

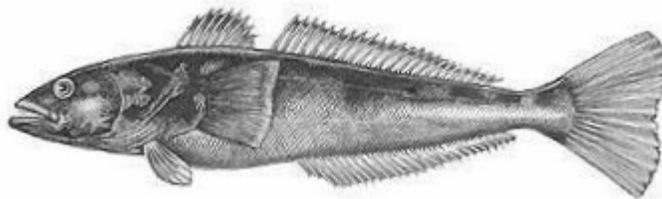
**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y OCEANOGRAFICAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA**



INFORME FINAL

**PROYECTO DEL FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA
N° 2001-16**

**“MONITOREO DE LA PESQUERÍA ARTESANAL DE BACALAO DE
PROFUNDIDAD ENTRE LA VIII Y XI REGIONES”**



**EJECUTOR: DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**

CONCEPCION, NOVIEMBRE 2003.

INFORME FINAL

**PROYECTO DEL FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA
N° 2001-16**

“MONITOREO DE LA PESQUERÍA ARTESANAL DE BACALAO DE PROFUNDIDAD ENTRE LA VIII Y XI REGIONES”

**EJECUTOR: DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**

CONCEPCION, NOVIEMBRE 2003.

JEFE DE PROYECTO

CIRO OYARZÚN GONZÁLEZ

AUTORES

**CIRO OYARZÚN G.
SANTIAGO GACITÚA B.
MIGUEL ARAYA C.
LUIS CUBILLOS S.
RICARDO GALLEGUILLOS G.
CLAUDIO PINO I.
GUSTAVO AEDO U.
MARCO SALAMANCA O.
MILTON PEDRAZA G.
JULIO LAMILLA G.**

COLABORADORES

**SOFIA ASTETE
RICARDO CHONG F.
ERIK DAZA V.
MANUEL DIAZ G.
ITALO FERNÁNDEZ F.
CLAUDIO GATICA M.
ELSON LEAL F.
GUSTAVO MORAGA C.
CARLOS MURILLO H.
LUKAS PEREZ
ROMÁN ROBLES F.
PAULA SLANZI J.**

Noviembre de 2003.

PRESENTACION DE AUTORES POR FUNCION O TEMA DESARROLLADO

Nombre	Función
Ciro Oyarzún G.	Jefe de Proyecto. Coordinación general del proyecto.
Miguel Araya C.	Análisis y criterios para la lectura de edades, lectura de edades en secciones de otolitos.
Luis Cubillos S.	Caracterización de la flota pesquera artesanal y su régimen operacional.
Julio Lamilla G.	Coordinación muestreos en Valdivia y Quellón, determinación de relaciones biométricas.
Santiago Gacitúa B.	Procesamiento de datos biológicos y pesqueros. Estados de madurez e IGS.
Gustavo Aedo U.	Procesamiento de gónadas y estómagos. Descripción operación de pesca.
Claudio Pino I.	Preparación de escamas para la lectura de edades, lectura de edades en escamas.
Marco Salamanca O.	Análisis y determinación de edad con técnicas radiométricas.
Milton Pedraza G.	Obtención, identificación y análisis de la fauna acompañante.
Colaboradores:	
Milton Pedraza G. Gustavo Moraga C.	Obtención de muestras en las embarcaciones industriales de la Localidad de Lebu.
Lukas Perez	Obtención de muestras en las embarcaciones industriales de la Localidad de Valdivia.
Manuel Díaz G.	Obtención de muestras en las embarcaciones industriales de la Localidad de Quellón.
Erik Daza V.	Procesamiento de otolitos y escamas para lectura de edades.
Ricardo Chong F.	Procesamiento de gónadas y lectura preparaciones histológicas.
Claudio Gatica M.	Procesamiento de gónadas para preparaciones histológicas.
Elson Leal F.	Muestreo de frecuencias y aplicación de encuestas.
Sofía Astete.	Procesamiento de tejidos y análisis de muestras genéticas.
Paula Slanzi J.	Procesamiento de otolitos para lectura de edades.
Román Robles F.	Procesamiento de otolitos para lectura de edades.
Carlos Murillo H.	Análisis de contenido estomacal.
Italo Fernández F.	Análisis de Parásitos Metazoos.

1. RESUMEN EJECUTIVO

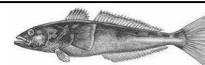
En el presente Informe Final se entregan los resultados y la información recopilada a partir de los muestreos realizados entre octubre de 2001 y octubre de 2002 en el marco del proyecto “Monitoreo de la pesquería artesanal de bacalao de profundidad entre la VIII y XI Regiones”, llevado a cabo en la Sección Pesquerías del Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción.

Según lo establecido en la propuesta metodológica, el presente proyecto concentra el esfuerzo en aquellas zonas o localidades, considerada en la macrozona centro-sur, donde se registran los mayores volúmenes de desembarques a nivel artesanal (para los fines de descripción biológica de la especie) o análogamente donde se concentra mayoritariamente la flota pesquera artesanal dedicada a la extracción del recurso (para los propósitos de caracterización de las actividades extractivas), es decir, las localidades correspondientes a los Puertos de Lebu, Valdivia y Quellón.

Los registros oficiales de bacalao de profundidad indican que el desembarque experimentó un sostenido crecimiento entre 1980 y 1985, año a partir del cual se observan fluctuaciones interanuales en alrededor de 4.400 t hasta el 2002 (CV = 23,1 %). Esta relativa estabilidad del desembarque entre 1985 y el 2002, contrasta con la tendencia observada en la captura por unidad de esfuerzo, que por un periodo de 10 años exhibe una tendencia decreciente continua (Young *et al.*, 1997).

Actualmente, la pesquería artesanal de bacalao de profundidad se ha desarrollado en aguas de la XI Región identificándose el puerto de Quellón como principal centro de desembarque. Los rendimientos de pesca en dicha zona son comparables a los de aguas exteriores frente al litoral de las regiones X y XI. El desplazamiento de la flota por la búsqueda de mejores rendimientos determina que las capturas no podrían ser sustentadas en el nivel promedio observado en los últimos 10 años, debido a una reducción progresiva en el tamaño del stock explotable.

Si se acepta que los efectos principales analizados aquí para estandarizar las tasas de capturas o rendimientos nominales son comparables con los resultados de Young *et al.* (1997), entonces la

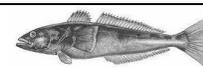


tasa de agotamiento (depletion) en el año 2002 podría ser del orden del 25,6%, si se compara con el año 1986 ó del orden de 34,1% la biomasa ó abundancia promedio del periodo 1986-1990. En todo caso, estas tasas de agotamiento son comparables a las observadas en el año 1996 (26,5 % en relación con 1986 y de 35,3 % respecto del período 1986-1990), y se podría pensar que podría existir una cierta estabilidad en la abundancia desde 1996 al 2002. Si bien es cierto, esta es una posibilidad, lo cierto es que las tasas de captura se han mantenido similares debido principalmente a los desplazamientos hacia zonas más lejanas (caso de Quellón).

La pesca del bacalao de profundidad se realiza mediante el uso de espinel horizontal o línea con anzuelos. Este arte de pesca consta de una línea principal o línea madre, en este caso de unas 300 a 500 brazas (555 a 926 m) de longitud la cual lleva intercalado, a intervalos de 3 brazas, las líneas secundarias o patas de longitud variable (1 a 4 m).

La distribución de frecuencias de tamaño considerando el total de los ejemplares (n=2.081) en las tres localidades (Lebu, Valdivia y Quellón) muestra que dicha distribución presenta una asimetría negativa desplazada sobre los individuos de menor tamaño, con la moda principal entre 70-75 cm de longitud total y el rango de tallas comprendido entre 42,8 y 190 cm.

Relacionado con los aspectos reproductivos, se entrega los resultados de la determinación de los estados de madurez macroscópica y su evolución mensual, y los resultados de los cálculos del Índice gonadosomático (IGS) tanto para machos como para hembras. El IGS durante el período analizado muestra una mayor actividad reproductiva entre los meses de febrero y mayo 2002, posterior a lo cual se aprecia un descenso en la actividad reproductiva representado en la disminución de los valores de IGS para las tres localidades hacia los últimos meses. Por lo otro lado, la localidad de Quellón fue donde se observaron los mayores niveles de actividad reproductiva (mayor número de individuos maduros), lo que está asociado con tallas mayores de los ejemplares muestreados. Por lo que de acuerdo a estos resultados y de los otros objetivos al parecer el bacalao realizaría una migración latitudinal hacia el sur para reproducirse en la época de otoño-invierno, siendo las zonas de Lebu y Valdivia áreas de crianza o zonas de transición para la especie.

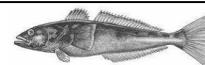


Para la determinación de la edad se entrega los resultados del método más adecuado para la observación e identificación de los anillos en los otolitos y escamas de bacalao de profundidad. El trabajo con otolitos enteros no entregó resultados positivos al efectuar la lectura bajo luz reflejada o transmitida, tampoco al aclararlos o hidratarlos. En vista de los nulos resultados, se procedió a tostar los otolitos enteros siendo los resultados negativos al igual que en los casos anteriores. Por el contrario, al trabajar con cortes de otolitos (sin tostar y tostado) se obtienen mejores resultados siendo el corte transversal donde se logra apreciar más claramente los anillos de crecimiento. Finalmente, leer secciones delgadas de otolitos es la técnica que mejor permite visualizar los anillos de crecimiento, ya sea en cortes transversales o longitudinales. En consecuencia, el método utilizado correspondió al tostado del otolito a 250°C por 10 minutos y posteriormente la lectura en secciones delgadas transversales de los otolitos.

En general, las secciones delgadas transversales de los otolitos permiten identificar los annuli, es decir, las zonas translúcidas y opacas se van alternando desde el núcleo hacia el borde. Dependiendo donde estuviera más discernible los annuli se leía, ya sea, hacia el lado distal o proximal. El núcleo se presentó opaco (ZCR) y en algunos casos a los lectores se les hacía difícil discernir la zona translúcida que le seguía. El conteo de los annuli entre ambos lectores estuvo entre los 4 y 23, haciéndose muy difícil discernir el tipo de borde que presentaba el otolito. El análisis de regresión a las lecturas de edad realizada por ambos lectores nos entrega que no existen diferencias significativas entre ellos.

Comparar la estructura de edades obtenida de las claves talla-edad es prematuro ya que estas hay que llevarlas a la composición en número en la captura, por otro lado, las confecciones de claves talla-edad de años anteriores no serían comparables, en términos de la composición de las capturas, ya que estas han sido elaboradas utilizando las escamas (Céspedes *et al.*, 1998, 2001).

En el caso de la lectura de anillos en escamas se optó por la visualización de la escama con luz transmitida indirecta, debiéndose regular la intensidad de este factor para lograr el mayor contraste de los anillos concéntricos. En el análisis de la estructura anular por sexo y en conjunto se discriminaron hasta 56 marcas hialinas, en un individuo de 190 cm de longitud total. La verificación de estas marcas tendería a reconocer una anualidad en la formación de los anillos.



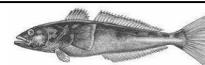
La verificación de la anualidad de las marcas se hizo sobre la base del análisis del tipo de borde en formación, cuyos resultados confirmarían esta hipótesis, tomando la salvedad de que la asignación del borde en formación en los individuos más longevos es más difícil por lo angosto de los incrementos, siendo en algunos casos imposible determinar la naturaleza del borde por desgaste, en esos casos los individuos a los cuales no se les determinó el borde, sólo se les utilizó para estimar el crecimiento y no para la clasificación del borde.

En la comercialización de bacalao de profundidad el proceso de venta se realiza en el extranjero, siendo la demanda externa la que regula los volúmenes y valores de venta con las plantas procesadoras. A su vez, las plantas procesadoras establecen acuerdos generalmente informales con armadores artesanales y/o intermediarios, con los que se pueden fijar determinados volúmenes de compra dependiendo de la época del año.

Independientemente del calibre del pez que se compre se elaboran los productos HG (head and gut), filete IQF (individual quick frozen), mejilla, collares o barbillas y cabezas. El producto HG se vende fresco-enfriado y el resto de los productos a la forma de congelados. A su vez, los productos HG y filete son exportados hacia Estados Unidos, mientras que los demás productos tienen como destino el mercado nacional.

En cuanto al lugar donde la materia prima de bacalao de profundidad es procesada se tiene que un 55% del desembarque artesanal nacional que se procesa a la forma de producto fresco-enfriado (HG) se realiza en la Región Metropolitana y un 32% en la V Región. Mientras que en las regiones VIII y X bajo este concepto sólo se procesa 3 y 4%, respectivamente. En el caso de la materia prima procesada para productos congelados (filetes, mejilla, collares y cabezas), las regiones metropolitana y V también aportan con los mayores porcentajes en volumen, 45 y 19%, respectivamente; aún cuando también aumentan los porcentajes en las regiones VIII y X a 7 y 18%, respectivamente.

Durante la ejecución del presente Proyecto paralelamente la Universidad de Concepción desarrolló el Proyecto 2001-17 “Asignación de edades y crecimiento del bacalao de profundidad” donde se realizaron estimaciones de edades radiométricas y una estimación de la mortalidad natural por medio de métodos empíricos y analíticos.

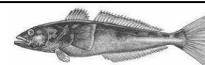


En lo referente a las técnicas radiométricas, los isótopos seleccionados cuantificados fueron el ^{210}Pb , que es un isótopo natural de la serie del ^{238}U producido por el ^{226}Ra que se encuentra disuelto en el agua. El ^{210}Pb decae por emisión alfa a ^{210}Po alrededor de los 5.31 Kev, lo que es utilizado en la cuantificación del ^{210}Pb , asumiendo equilibrio secular entre el padre (^{210}Pb) y la hija (^{210}Po). Los esfuerzos y actividades realizados fueron orientados fundamentalmente a la cuantificación del ^{210}Pb y ^{226}Ra , esto se logró plenamente y en el informe se entregan las actividades de estos isótopos por unidad de masa de otolito. Las edades radiométricas obtenidas en este estudio son mayores que las entregadas por el método de recuento de los anillos de crecimiento en los otolitos, no obstante considerando la gran dispersión de las actividades de los radioisótopos medidos y el bajo número de muestras analizadas, ambas metodologías muestran valores comparables dentro de la incertidumbre de las mediciones radiométricas, la que varía entre un 7% y un 50%.

Con respecto a las estimaciones de mortalidad natural por medio de métodos empíricos y analíticos. Mediante los métodos empíricos al considerar el error en los parámetros de entrada se aprecia que el modelo de Rickter & Efanov genera el mayor coeficiente de variación ($\text{CV}=22,3\%$), seguido por el modelo de Pauly, el cual a su vez genera un estimado promedio de $M = 0,10 \text{ año}^{-1}$ con intervalos de confianza de 0,07 a 0,12. Los modelos más precisos fueron los de Hoening y Alverson & Carney. Al realizar una estimación de la mortalidad natural por métodos analíticos se obtiene un valor promedio de M en el rango de edades 0–50 años estimado de $0,14 \text{ año}^{-1}$, valor que es consistente con aquellos estimados por los modelos empíricos.

De los análisis genéticos se evidenció los productos enzimáticos de 10 sistemas que darían cuenta de 13 loci presuntivos, de los cuales 6 mostraron algún grado de polimorfismo. Siendo los 6 sistemas con esas características: MDH-1, IDH-1, PGM-1, AP-1, PGI-1 y PGI-2. A las muestras provenientes de Lebu, Valdivia y Quellón fueron agregadas dos muestras obtenidas de la localidad de Puerto Williams, mostrando ser genéticamente muy similares, a pesar de la distancia geográfica. Los niveles de semejanza encontrados reflejan que existiría un flujo génico entre los distintos grupos considerados correspondiendo a una sola población.

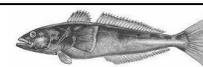
La talla mediana de madurez sexual de hembras y machos de bacalao de profundidad fue determinada mediante: el Método del Incremento Relativo del Índice Gonadosomático (IR.IGS),



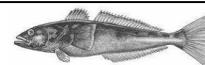
ajuste de modelo logístico de madurez linealizado, y ajuste de modelo logístico de madurez por máxima verosimilitud. Este último procedimiento entregó los estimadores con menor incertidumbre. Para hembras la talla mediana de madurez fue 113 cm LT (intervalo de confianza: 107–120 cm LT), mientras que para machos fue 87 cm LT (intervalo de confianza: 78–94 cm LT). De acuerdo a estos resultados se puede establecer que aproximadamente el 90% de las hembras y el 60% de los machos de bacalao de profundidad muestreados durante el periodo de estudio se encuentran bajo la talla mediana de madurez. Principalmente para las localidades de Lebu y Valdivia, lo que representa una situación muy importante para la pesquería desde el punto de vista de la administración.

Respecto del análisis del contenido estomacal se revisaron 1.583 estómagos, de los cuales 201 presentaron contenido (12,7%). Estos correspondían a 74 especímenes macho y 127 hembras. El espectro trófico de *D. eleginoides*, en las áreas en estudio, está compuesta por lo menos de 20 taxa-presa, siendo su dieta predominantemente íctiofaga, dominando en ella Gadiformes y Ophidiiformes. Además, existirían diferencias significativas entre las dietas de especímenes capturados en Quellón respecto de los que su origen fue Valdivia y Lebu ($p > 0,05$). Siendo los cefalópodos de la familia Octopodidae los que se encuentran altamente representados en la dieta de animales de esta última región. Los resultados indican que los crustáceos se encuentran pobremente representados en la dieta de bacalao, encontrándose ausentes en Quellón. Lo anterior contrasta con resultados de trabajos anteriores (Movillo & Bahamonde, 1971; Flores & Rojas, 1987; Arrizaga *et al.*, 1996) en cuanto a la importancia de este ítem alimentario.

De las muestras recibidas para el análisis de contenido estomacal se trató de realizar un análisis extra de fauna parasitaria presente en el estómago del bacalao de profundidad (no comprometido en la Oferta Técnica). De un total de 212 estómagos analizados se ha reconocido hasta nivel de familia a ocho especies de parásitos. Los que corresponderían a tres especies de anisákidos pertenecientes al *Phylum* Nematoda las que tienen ubicación preferente en la submucosa y mesenterios a la forma de quistes, estados larvales de cestodos, uno probablemente *Hepatoxylon trichiuri* de ubicación libre o enquistado en la submucosa estomacal, y el otro, un plerocercioide con presentación exclusiva en los mesenterio estomacales. Por último, al menos tres especies de Digeneos se han encontrado en la mucosa gástrica generalmente mezclados con contenido intestinal.

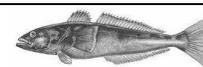


De los muestreos a bordo de las embarcaciones artesanales fue posible registrar la fauna acompañante a la pesquería de bacalao de profundidad. Se registró la presencia de 7 especies de teleósteos, las cuales representan un 90,3% de la captura total en número; 6 especies de condrictios con 9% (2 rayas y 4 tiburones), 1 especie de crustáceo (0,3%) y 1 especie de molusco (cefalópodo) con 0,4%, siendo la presencia de este grupo de especies constante durante todo el periodo estudiado. El porcentaje en número de las especies registradas muestran un valor significativo de macrúridos (34%) con respecto al bacalao de profundidad (37%), siendo pejerrata (*Macrourus carinatus*), la especie más abundante de las capturas incidentales (81%). Igualmente, se destaca la presencia de *Antimora rostrata* con un 18%. Los condrictios presentan un aporte significativo en el porcentaje en peso (11%) con respecto a la especie objetivo (64%).

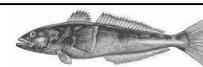


INDICE GENERAL

1. RESUMEN EJECUTIVO	i
2. ANTECEDENTES	1
3. OBJETIVO GENERAL.....	4
4. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
5.1 OBJETIVO ESPECIFICO 3.4.1.....	5
Caracterizar la flota pesquera y su régimen operacional, determinando el esfuerzo de pesca y su distribución espacio temporal.....	5
5.1.1. Materiales y Métodos.....	5
5.1.2. Resultados.....	8
5.1.3. Planificación del muestreo y obtención de muestras a bordo y de frecuencia.....	11
5.1.4. Descripción de aparejo de pesca y operación de pesca.....	12
5.1.5. Procedimiento de pesca.....	12
5.2. OBJETIVO ESPECIFICO 3.4.2.....	14
Determinar la composición de las capturas por sexo, tallas y condición reproductiva por tipo de arte utilizado en la captura del recurso bacalao de profundidad en la zona de estudio.....	14
5.2.1. Distribución de frecuencia de tamaños.....	14
5.2.2. Relación longitud-peso eviscerado.....	16
5.2.3. Estados de madurez macroscópica.....	16
5.2.4. Índice macroscópicos (IGS e IG*).....	19
5.3. OBJETIVO ESPECIFICO 3.4.3.....	23
Determinar la estructura de edades de las capturas de bacalao de profundidad en el área de estudio.....	23
5.3.1. Otolitos.....	23
5.3.2. Escamas.....	36
5.3.3. Determinación de edades mediante técnicas Radiométricas.....	39
5.4. OBJETIVO ESPECIFICO 3.4.4.....	47
Describir el proceso de comercialización de las capturas de bacalao de profundidad en la zona de estudio.....	47
5.4.1. Información recogida con encuestas en terreno.....	48
5.4.2. Información recogida con encuestas en plantas procesadoras.....	50
5.4.3. Canales de distribución del desembarque de bacalao de profundidad.....	51
5.5. SOBREFERTA 1.....	53
Caracterización genética de <i>D. eleginoides</i> y comparación de las poblaciones presentes entre la VIII y XI Regiones.....	53
5.6. SOBREFERTA 2.....	55
Análisis microscópicos para caracterizar el ciclo reproductivo de bacalao de profundidad.....	55
5.7. SOBREFERTA 3.....	57
Determinar la talla mediana (o modal) de madurez sexual del bacalao de profundidad en la zona de estudio, por sexo.....	57
5.7.1. Método del Incremento Relativo en el Índice Gonadosomático.....	57
5.7.2. Ajuste del modelo logístico de madurez linealizado.....	58
5.7.3. Ajuste del modelo logístico de madurez por máxima verosimilitud con estimación de intervalos de confianza de la talla mediana de madurez mediante técnicas de remuestreo.....	60
5.8. SOBREFERTA 4.....	63
Analizar el contenido estomacal de bacalao de profundidad en la zona de estudio.....	63
5.8.1. Análisis de las muestras.....	63
5.8.2. Análisis de los datos.....	63
5.8.3. Espectro trófico general y variación geográfica (latitudinal).....	64
5.8.4. Variación ontogenética y estacional por área geográfica.....	64
5.8.5. Diversidad alimentaria.....	65
5.9. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA 1.....	66
Parásitos Metazoos del estómago de bacalao de profundidad del centro y sur de Chile.....	66
5.9.1. Area de estudio.....	66
5.9.2. Obtención de las muestras.....	66
5.9.3. Análisis de las muestras en laboratorio.....	66
5.9.4. Análisis parasitológico.....	67



5.9.5. Terminología empleada	67
5.9.6. Taxonomía de los parásitos estomacales de <i>Dissostichus eleginoides</i>	67
5.9.7. Análisis cuantitativo de los datos.....	67
5.9.8. Análisis de diferencias entre zonas.....	68
5.10. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA 2.....	69
Estimación de la mortalidad natural de bacalao de profundidad.....	69
5.10.1. Métodos empíricos.....	69
5.11. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA 3.....	77
Fauna asociada a la pesquería artesanal del bacalao de profundidad (<i>dissostichus eleginoides</i>) en el área de pesca de Lebu.....	77
5.11.1. Metodología.....	78
5.11.2. Resultados.....	78
6. DISCUSION.....	80
7. CONCLUSIONES.....	90
8. BIBLIOGRAFIA.....	93
9. ANEXO FIGURAS.....	99
10. ANEXO TABLAS.....	170
11. TRABAJOS PRESENTADOS A CONGRESOS.....	222



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía de un ejemplar de <i>Dissostichus eleginoides</i> en vista lateral (LT=61 cm).....	100
Figura 2. Desembarque total nacional de bacalao de profundidad entre los años 1981 y 2001 (Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca).....	100
Figura 3. Desembarque de bacalao de profundidad durante el periodo 1990-2001 para: a) pesquería artesanal e industrial entre la VIII y XI Regiones, y b) pesquería artesanal por Región entre la VIII y XI Regiones (Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca).....	101
Figura 4. Antigüedad de la flota de Lebu (n = 43).....	102
Figura 5. Estacionalidad del desembarque de bacalao de profundidad y albacora en Lebu, VIII Región (período: 1997-2000, Fuente: SERNAPESCA).....	102
Figura 6. Análisis exploratorio del rendimiento (kg/dfp) del Bacalao de Profundidad en Chile central (Zonas: 1 = V–VII Regiones; 2 = VIII–IX Regiones; 3 = X–XI Regiones y aguas interiores).....	103
Figura 7. Coeficientes asociados a los factores mes y zona de pesca en el periodo 2001-2002. Pesquería de bacalao de profundidad.....	103
Figura 8. Distribución de los residuales del modelo. Pesquería de bacalao de profundidad 2001-2002.....	104
Figura 9. Tendencia en la CPUE desde 1985 a 1996 (Young <i>et al.</i> , 1997) con la obtenida en el presente estudio (2001-2002). Pesquería de bacalao de profundidad.....	104
Figura 10. Diagrama del aparejo de pesca empleado para la extracción de bacalao de profundidad.....	105
Figura 11. Posición georeferenciada de los lances de pesca efectuados por la flota artesanal en las tres localidades de muestreo (rojo: muestreo biológico; azul: muestreo de frecuencia del desembarque).....	106
Figura 12. Distribución de frecuencia de tamaños para el total de bacalao de profundidad (n=5.416).....	107
Figura 13. Distribución de frecuencia de tamaños de bacalao de profundidad en Lebu (n=2.255), Valdivia (n=1.087) y Quellón (n=2.074).....	107
Figura 14. Distribución de frecuencias de tamaño de bacalao de profundidad para la localidad de Lebu entre octubre de 2001 y octubre de 2002.....	108
Figura 14. (Cont.) Distribución de frecuencias de tamaño de bacalao de profundidad para la localidad de Lebu entre octubre de 2001 y octubre de 2002.....	109
Figura 15. Distribución de frecuencias de tamaño de bacalao de profundidad para la localidad de Valdivia entre noviembre de 2001 y octubre de 2002.....	110
Figura 15. (Cont.) Distribución de frecuencias de tamaño de bacalao de profundidad para la localidad de Valdivia entre noviembre de 2001 y octubre de 2002.....	111
Figura 16. Distribución de frecuencias de tamaño de bacalao de profundidad para la localidad de Quellón entre octubre de 2001 y octubre de 2002.....	112
Figura 16. (Cont.) Distribución de frecuencias de tamaño de bacalao de profundidad para la localidad de Quellón entre octubre de 2001 y octubre de 2002.....	113
Figura 17. Distribución de frecuencias de talla para bacalao de profundidad obtenidos del muestreo biológico a) Total (n=2.083), b) Machos (n=712) y c) Hembras (n=1.353).....	114
Figura 18. Relación longitud-peso eviscerado para el total de bacalao de profundidad (n=5.416).....	115
Figura 19. Relación longitud peso eviscerado de bacalao de profundidad en a) Lebu (n=2.255), b) Valdivia (n=1.087) y c) Quellón (n=2.074).....	116
Figura 20. Relación longitud peso total de bacalao de profundidad obtenidos del muestreo biológico para a) Total, rojo: machos; azul: hembras (n=2.083); b) Machos (n=712) y c) Hembras (n=1.353).....	117

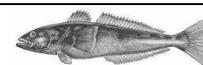


Figura 21. Distribución de frecuencia total (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos de *D. eleginoides* para a) machos (n=703) y b) hembras (n=1.332)..... 118

Figura 22. Distribución de frecuencia (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos para machos y hembras de *D. eleginoides* en Lebu (a y b), Valdivia (c y d) y Quellón (e y f). 119

Figura 23. Distribución de frecuencia (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos para machos de *D. eleginoides*. 120

Figura 23. (Cont.). Distribución de frecuencia (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos para machos de *D. eleginoides*..... 121

Figura 24. Distribución de frecuencia (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos para hembras de *D. eleginoides*. 122

Figura 24. (Cont.). Distribución de frecuencia (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos para hembras de *D. eleginoides*..... 123

Figura 25. Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos de *D. eleginoides* para machos en las tres localidades de estudio, a) Lebu, b) Valdivia y c) Quellón. 124

Figura 26. Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos de *D. eleginoides* para hembras en las tres localidades de estudio, a) Lebu, b) Valdivia y c) Quellón..... 125

Figura 27. Evolución mensual del Índice gonadosomático (IGS) de *D. eleginoides* para a) el total, b) machos y c) hembras, por localidad. 126

Figura 28. Variación del Índice gonadosomático (IGS) de *D. eleginoides* con respecto a la longitud total de los peces. 127

Figura 29. Variación del Índice gonadosomático (IGS) de *D. eleginoides* con respecto a la longitud total de los peces en cada una de las localidades. 127

Figura 30. Evolución mensual del Índice gonádico (IG*) de *D. eleginoides* para a) el total, b) machos y c) hembras, por localidad. 128

Figura 31. Diagrama para mostrar los distintos tratamientos y etapas en la elección de la mejor técnica para observar los otolitos de bacalao. Entre paréntesis número de otolitos..... 129

Figura. 32. Esquema de un otolito para mostrar las vistas que este presenta, en el presente estudio se utilizaron la vista transversal y longitudinal (modificado de Panella (1980))..... 129

Figura 33. Cortadora marca Buehler modelo Isomet, permite obtener corte de los otolitos y secciones delgadas... 130

Figura 34. Otolito de bacalao, por su cara interna, para explicar los tipos de secciones delgadas que se obtuvieron. 130

Figura 35. Fotografía otolito de hembra bacalao de 65 cm LT, longitud otolito 10,54 mm. (a) cara interna, (b) cara externa. Escala 1:7,3 mm. 131

Figura 36. Relación entre el otolito izquierdo y derecho, la pendiente no es distinto de 1 y el intercepto es igual a cero. 131

Figura 37. Fotografía de otolito de bacalao sometido a tostado en un horno a 250 °C por 10 minutos. a) luz reflejada; b) luz transmitida. Escala 1:9,8 mm..... 132

Figura 38. Corte transversal de un otolito de bacalao sin tostar. Escala 1:23 mm. 133

Figura 39. Corte longitudinal de un otolito de bacalao sin tostar. Escala 1:11,7 mm. 133

Figura 40. Corte longitudinal de un otolito de bacalao tostado. Escala 1:11 mm. 134

Figura 41. Corte transversal de un otolito de bacalao tostado. Escala 1:23 mm. 134

Figura 42. Sección delgada longitudinal de un otolito de bacalao tostado. Escala 1:11 mm..... 135

Figura 43. Sección delgada transversal de un otolito de bacalao tostado. Escala 1:23 mm..... 135

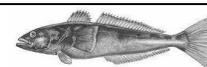


Figura 44. Relación entre la edad estimada por ambos lectores. La pendiente no es estadísticamente distinto de uno ($P>0,1$).....	136
Figura 45. Diferencias (en años) de las estimaciones de edad entre los lectores con respecto a uno de ellos. Cada punto representa una o más observaciones.	136
Figura 46. Gráfica de sesgo por edad entre los lectores de otolitos de bacalao. Líneas verticales representan el intervalo de confianza al 95% alrededor de la edad media asignada por el lector del eje de las ordenadas, con respecto a un segundo lector. Línea continua representa 1:1.....	137
Figura 47. Estructura de edad (obtenida de la clave talla-edad) para machos y hembras por puerto de desembarque.	138
Figura 48. Estructura de edad (obtenida de la clave talla-edad) para machos y hembras de las tres localidades consideradas en el estudio.....	139
Figura 49. Estructura de edad (obtenida de la clave talla-edad) considerando ambos sexos y todos los puertos.	140
Figura 50. Curvas de crecimiento, machos (azul) y hembras (rosado), para el recurso bacalao desembarcados en las localidades de Lebu, Valdivia y Quellón.	140
Figura 51. Esquema de las mediciones (a) y la metodología (b) aplicados en la escama de bacalao de profundidad.	141
Figura 52. Distribución de los anillos en la estructura anular de las escamas de bacalao.....	142
Figura 53. Distribución de los radios de las marcas hialinas observadas en las escamas de a) machos y b) hembras de bacalao de profundidad.	143
Figura 54. Distribución del material depositado en el borde de la escama de bacalao de profundidad.	144
Figura 55. Relación entre la longitud del pez y el radio de la escama.	144
Figura 56. Relación entre la longitud del pez y el radio de la escama de a) machos, b) hembras y c) indeterminados.	145
Figura 57. Curva de crecimiento ajustada usando las longitudes individuales retrocalculadas de todos los ejemplares en conjunto ($n= 11.402$).....	146
Figura 58. Analizador Multicanal utilizado en el conteo de ^{210}Pb	147
Figura 59. Espectrómetro Alpha utilizado para la cuantificación de ^{210}Pb	147
Figura 60. Estación de transferencia ^{222}Rn a celdas de conteo.	148
Figura 61. Trampas de carbono activado para retener ^{222}Rn en frío.	148
Figura 62. Línea de extracción de ^{222}Rn , con columnas de remoción de CO_2 y vapor de agua.....	149
Figura 63. Relación entre el peso de los otolitos y el aumento de la talla.	149
Figura 64. Edades radiométricas de bacalao de profundidad en relación a la longitud total.	150
Figura 65. Comparación de la estimación de edades radiométricas en los dos grupos de muestras (Serie 1: muestras A a F y Serie 2: muestras I a V).....	150
Figura 66. Destino de la captura de bacalao de profundidad desembarcado en el puerto de Quellón (X Región), durante el periodo Octubre 2001 a Octubre 2002.	151
Figura 67. Desembarque artesanal de bacalao de profundidad en la VIII y X regiones durante el año 2001.....	151
Figura 68. Materia prima de bacalao de profundidad procesada por Región para la elaboración de producto fresco-enfriado durante el año 2001.....	152
Figura 69. Materia prima de bacalao de profundidad procesada para la elaboración de productos congelados durante el año 2001.....	152

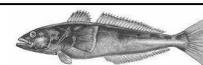


Figura 70. Fotografías de los estados de madurez microscópicos para las hembras de *D. eleginoides* en el área de estudio, a) estado 1 (40x), b) estado 1 (100x), c) estado 2 (40x), d) estado 2 (100x), e) estado 2 con atresias (40x), f) estado 2 con atresias (100x) (Ver Tabla 39). 153

Figura 71. Fotografías de los estados de madurez microscópicos para las hembras de *D. eleginoides* en el área de estudio, a) estado 3 (40x), b) estado 3 (100x), c) estado 4 (40x) (Ver Tabla 39). 154

Figura 72. Estados de madurez microscópicos (%) encontrados para *D. eleginoides* considerando el conjunto de localidades muestreadas. 155

Figura 73. Estados de madurez microscópicos (%) por mes encontrados para *D. eleginoides* considerando el conjunto de localidades muestreadas. 155

Figura 74. Frecuencia mensual (%) de los estados microscópicos 3 y 4 agrupados para *D. eleginoides*. 156

Figura 75. Estados de madurez microscópicos (%) por mes encontrados para *D. eleginoides* en las tres localidades. 157

Figura 76. Talla mediana de madurez sexual de hembras de bacalao determinada mediante el ajuste de la proporción de madurez a la talla a un modelo logístico linealizado. Círculos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado. A= información macroscópica, B= información microscópica, C= información macroscópica corregida. 158

Figura 77. Talla mediana de madurez sexual de machos de bacalao determinada mediante el ajuste de la proporción de madurez a la talla a un modelo logístico linealizado. Círculos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado. 159

Figura 78. Talla mediana de madurez sexual de hembras de bacalao determinada mediante el ajuste de la proporción de madurez a la talla a un modelo logístico mediante máxima verosimilitud. Círculos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado. Cuadrados = intervalo de confianza. A = información macroscópica; B = información microscópica; C = información macroscópica corregida. 160

Figura 79. Talla mediana de madurez sexual de machos de bacalao determinada mediante el ajuste de la proporción de madurez a la talla a un modelo logístico mediante máxima verosimilitud. Círculos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado. Cuadrados = intervalo de confianza. 161

Figura 80. Curvas de crecimiento en longitud disponibles para bacalao de profundidad (ver Tabla 63). 161

Figura 81. Distribución de probabilidad empírica de los 3000 valores alternativos e igualmente probables de mortalidad natural para bacalao de profundidad. 162

Figura 82. Estimación promedio de M por clases de edad para bacalao de profundidad utilizando el método de Chen & Watanabe (1989). 163

Figura 83. Vista lateral de *Macrourus carinatus* capturado como fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad (LT=59 cm). 163

Figura 84. Vista lateral de *Macrourus holotrachys* capturado como fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad (LT=61 cm). 164

Figura 85. Vista lateral de *Antimora rostrata* (Vieja negra) capturado como fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad (LT=43 cm). 164

Figura 86. Vista lateral de *Aculeola nigra* capturado como fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad (LT=45 cm). 164

Figura 87. *Halaelurus canescens* en vista lateral capturado como fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad (LT=89 cm). 165

Figura 88. *Pseudoxenomystax albescens* (Luciato) capturado como fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad (LT=120 cm). 165

Figura 89. Especie de cefalópodo capturado en la pesquería de bacalao de profundidad (LT=87 cm). 165

Figura 90. Porcentaje en número para los grupos mayores de la fauna acompañante en la pesquería de bacalao de profundidad. 166

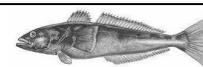


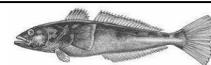
Figura 91. Porcentaje en número para todos los taxa identificados en la fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad. 166

Figura 92. Porcentaje en número de las capturas mensuales para la fauna incidental en la pesquería de bacalao de profundidad para la zona de Lebu. 167

Figura 93. Porcentaje en número de las capturas mensuales para la fauna incidental en la pesquería de bacalao de profundidad para la zona de Quellón. 167

Figura 94. Desembarques de bacalao de profundidad entre 1979 y 2002 (Fuente: SERNAPESCA). 168

Figura 95. Curvas de crecimiento estimadas para bacalao de profundidad por distintos autores, metodologías y zonas geográficas. A: machos Rubilar *et al.* (1999); B: hembras Rubilar *et al.* (1999); C: machos Horn (2002); D: hembras Horn (2002); E: Aguayo (1992); F: machos Ashford (2001); G: hembras Ashford (2001); H: Zacharov & Frolkina (1976); I: Shust *et al.* (1991); J: hembras Céspedes *et al.* (2001); K: machos Céspedes *et al.* (2001); L: FIP 2001-17 (otolito); M: FIP 2001-17 (escama); N: Presente estudio:..... 169



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Embarcaciones dedicadas a la pesquería de *Dissostichus eleginoides* por puerto base entre la VIII y XII Región..... 171

Tabla 2. Resumen de la operación de la flota en términos de número de barcos, días fuera de puerto (dfp), captura (t), y rendimientos de pesca. 171

Tabla 3. Resumen de la operación de la flota en términos de número de barcos, días fuera de puerto (dfp), captura (t), y rendimientos de pesca. ZONA 1 (Límite Norte de la V al Límite Sur de la VII Región). 172

Tabla 4. Resumen de la operación de la flota en términos de número de barcos, días fuera de puerto (dfp), captura (t), y rendimientos de pesca. Año 2001, ZONA 2 (Límite Norte de la VIII y Límite Sur de la IX). 172

Tabla 5. Resumen de la operación de la flota en términos de número de barcos, días fuera de puerto (dfp), captura (t), y rendimientos de pesca. ZONA 3 (Al sur del límite norte de la X Región). 173

Tabla 6. Coeficientes estimados del modelo de efectos principales utilizado para analizar la captura por unidad de esfuerzo de bacalao de profundidad, con los efectos año (2 niveles), mes (12 niveles) y zonas de pesca (3 niveles). 173

Tabla 7. Resumen del esfuerzo de pesca en las bitácoras de pesca de los muestreos biológicos de bacalao de profundidad en Lebu. 174

Tabla 8. Resumen del esfuerzo de pesca en las bitácoras de pesca de los muestreos biológicos de bacalao de profundidad en Quellón. 174

Tabla 9. Distribución de frecuencias de talla mensual en las capturas de bacalao de profundidad en las tres localidades. 175

Tabla 10. Distribución de frecuencias de talla mensual en las capturas de bacalao de profundidad en la localidad de Lebu. 176

Tabla 11. Distribución de frecuencias de talla mensual en las capturas de bacalao de profundidad en la localidad de Valdivia. 177

Tabla 12. Distribución de frecuencias de talla mensual en las capturas de bacalao de profundidad en la localidad de Quellón. 178

Tabla 13. Escala de madurez para nototénidos y caníctidos basados en ciclos de ovarios y testículos de *Notothenia coriiceps*, *Champscephalus gunnari*, *Chaenocephalus aceratus* y *Pseudochaenichthys georgianus* (Kock & Kellerman, 1991). 179

Tabla 14. Tamaño de muestras estimadas, considerando la proporción de las distintas edades. 180

Tabla 15. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para los machos de bacalao desembarcado en la localidad de Lebu. 181

Tabla 16. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para las hembras de bacalao desembarcado en la localidad de Lebu. 182

Tabla 17. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para los machos de bacalao desembarcado en la localidad de Quellón. 183

Tabla 18. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para las hembras de bacalao desembarcado en la localidad de Quellón. 184

Tabla 19. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para los machos de bacalao desembarcado en la localidad de Valdivia. 185

Tabla 20. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para las hembras de bacalao desembarcado en la localidad de Valdivia. 186

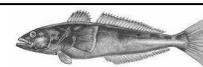


Tabla 21. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para los machos de bacalao desembarcado en todas las localidades consideradas en el estudio.	187
Tabla 22. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para las hembras de bacalao desembarcado en todas las localidades consideradas en el estudio.	188
Tabla 23. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para machos y hembras de bacalao desembarcados en las tres localidades consideradas en el estudio.	189
Tabla 24. Parámetros de crecimiento estimados para el bacalao de profundidad, desembarcados en las localidades de Lebu, Valdivia y Quellón. Por sexos y combinados.	190
Tabla 25. Rango de longitudes y número de escamas analizadas y no legibles por sexo y por mes, de las localidades de: Lebu, Valdivia y Quellón.	191
Tabla 26. Distribución porcentual del tipo de borde en formación en el periodo de muestreo.	191
Tabla 27. Parámetros de la relación potencial utilizada para el retrocálculo de longitudes a edades pretéritas considerando el radio de la escama (X) y la longitud del pez (Y).	192
Tabla 28. Resultado del ANCOVA utilizado para comprobar la homogeneidad de pendientes, de la relación entre el radio de la escama y la longitud total del pez por sexo, de bacalao.	193
Tabla 29. Longitudes retrocalculadas promedio por edad.	194
Tabla 29 (Cont.). Longitudes retrocalculadas promedio por edad.	195
Tabla 29 (Cont.). Longitudes retrocalculadas promedio por edad.	196
Tabla 29 (Cont.). Longitudes retrocalculadas promedio por edad.	197
Tabla 30. Parámetros de la ecuación de von Bertalanffy a) obtenidos del ajuste de las longitudes retrocalculadas promedio, sin separación por sexo y estadísticos de interés (b-c).	198
Tabla 31. Background en las regiones de interés (ROI).	199
Tabla 32. Actividad de ²¹⁰ Pb en los otolitos de bacalao de profundidad. Mediciones experimentales.	199
Tabla 33. Muestras seleccionadas de las estructuras duras (otolitos) utilizadas para determinar la edad radiométrica de bacalao de profundidad.	199
Tabla 34. Actividad de ²¹⁰ Pb y ²²⁶ Ra por masa de otolito.	200
Tabla 35. Cálculos de las edades radiométricas de bacalao de profundidad utilizando otolitos enteros.	200
Tabla 36. Sistemas enzimáticos analizados, número de loci determinado para cada enzima, presencia o ausencia de polimorfismo y buffer utilizados en la especie <i>Dissostichus eleginoides</i>	201
Tabla 37. Loci polimórficos y frecuencias encontradas para cada una de las localidades.	201
Tabla 38. Heterocigosidad observada para cada una de las localidades y promedio por sistema.	201
Tabla 39. Escala utilizada para la caracterización de los distintos estados de madurez microscópicos de bacalao de profundidad.	202
Tabla 40. Número de muestras utilizados mensualmente y por localidad para la caracterización de los estados de madurez microscópica.	202
Tabla 41. Frecuencia en porcentaje de los distintos estados de madurez microscópica para el total de muestras analizadas.	203
Tabla 42. Índice gonadosomático promedio (IGS) por clase de longitud total de 1 cm en hembras de bacalao de profundidad, en marzo, abril y mayo de 2002, localidad de Quellón.	204
Tabla 42. (Cont.). Índice gonadosomático promedio (IGS) por clase de longitud total de 1 cm en hembras de bacalao de profundidad, en marzo, abril y mayo de 2002, localidad de Quellón.	205
Tabla 43. Índice gonadosomático promedio (IGS) por clase de longitud total de 2 cm en hembras de bacalao de profundidad, en marzo, abril y mayo de 2002, localidad de Quellón.	206

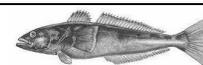


Tabla 44. Índice gonadosomático promedio (IGS) por clase de longitud total de 1 cm en machos de bacalao de profundidad, en abril y mayo de 2002, localidad de Quellón.	207
Tabla 45. Índice gonadosomático promedio (IGS) por clase de longitud total de 2 cm en machos de bacalao de profundidad, en abril y mayo de 2002, localidad de Quellón.	208
Tabla 46. Parámetros a y b de la ojiva de madurez, y talla mediana de madurez sexual ($I_{50\%}$) estimadas para hembras de bacalao mediante de ajuste de modelo logístico de madurez linealizado. Localidad Quellón.	208
Tabla 47. Parámetros a y b de la ojiva de madurez, y talla mediana de madurez sexual ($I_{50\%}$) estimadas para machos de bacalao mediante de ajuste de modelo logístico de madurez linealizado. Localidad Quellón.	209
Tabla 48. Parámetros de la función logística de madurez sexual (β_0 y β_1) y talla mediana de madurez ($I_{50\%}$), estimados para hembras de bacalao mediante ajuste por máxima verosimilitud con estimación de intervalos de confianza para $I_{50\%}$ con técnicas de remuestreo.	209
Tabla 49. Parámetros de la función logística de madurez sexual (β_0 y β_1) y talla mediana de madurez ($I_{50\%}$), estimados para machos de bacalao mediante ajuste por máxima verosimilitud con estimación de intervalos de confianza para $I_{50\%}$ con técnicas de remuestreo.	209
Tabla 50. Estratificación por tamaño (cm) para la identificación de grupos tróficos para cada una de las localidades.	210
Tabla 51. Composición taxonómica, por área geográfica, de los ítem-presa presentes en los contenidos estomacales de <i>D. eleginoides</i> . Los ítemes-presa se expresan en términos de %IIR.	211
Tabla 52. %IIR de los taxa-presa presentes en los contenidos estomacales de <i>D. eleginoides</i> , por grupos y estación, en la zona de Lebu.	212
Tabla 53. %IIR de los taxa-presa presentes en los contenidos estomacales de <i>D. eleginoides</i> , por grupos y estación, en la zona de Valdivia.	212
Tabla 54. %IIR de los taxa-presa presentes en los contenidos estomacales de <i>D. eleginoides</i> , por grupos y estación, en la zona de Quellón.	213
Tabla 55. Heterogeneidad (H') y uniformidad (J') trófica por área de estudio.	213
Tabla 56. Taxas parasitarios encontrados en estómagos de <i>Dissostichus eleginoides</i>	214
Tabla 57. Prevalencia de parásitos recolectados en 212 estómagos de <i>Dissostichus eleginoides</i> , provenientes de dos zonas de muestreo (Lebu y Quellón).	214
Tabla 58. Intensidad de parasitismo en 212 estómagos de <i>Dissostichus eleginoides</i> , provenientes de dos zonas de muestreo (Lebu y Quellón).	215
Tabla 59. Prevalencia de parásitos recolectados en 92 estómagos de <i>D. eleginoides</i> , provenientes de la localidad de Lebu.	215
Tabla 60. Intensidad de parasitismo en 92 estómagos de <i>D. eleginoides</i> , provenientes de la localidad de Lebu.	216
Tabla 61. Prevalencia de parásitos recolectados en 120 estómagos de <i>D. eleginoides</i> , provenientes de la localidad de Quellón.	216
Tabla 62. Intensidad de parasitismo en 120 estómagos de <i>D. eleginoides</i> , provenientes de la localidad de Quellón.	217
Tabla 63. Parámetros de crecimiento en longitud para ambos sexos comunicados para bacalao de profundidad.	217
Tabla 64. Valor promedio, error estándar y correlación de los parámetros de crecimiento en longitud disponibles para ambos sexos de bacalao de profundidad.	218
Tabla 65. Resumen estadístico de 3000 valores alternativos e igualmente probables de mortalidad natural estimada con a) sólo error en los parámetros de entrada, y b) considerando el error en los parámetros de entrada y error de predicción simultáneamente.	218
Tabla 66. Estimación de la mortalidad natural de bacalao de profundidad con el método de Chen & Watanabe.	219

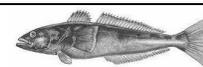
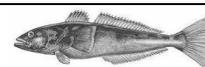


Tabla 67. Identificación y nombres comunes de las principales especies de la fauna acompañante capturada en la pesquería de bacalao de profundidad. 220

Tabla 68. Porcentaje en número y en peso de la fauna asociada a la pesquería de bacalao de profundidad. 221

Tabla 69. Porcentaje en número de la fauna incidental registrada en las faenas de pesca evaluadas con desembarque en Quellón. 221



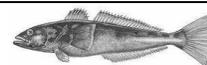
2. ANTECEDENTES

La pesquería del bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*, Smitt 1898; Figura 1) es básicamente desarrollada por el sector artesanal entre las regiones I a X. En Chile el desarrollo de esta pesquería se inició en la década del 80. En este período, se produjo un aumento sostenido de los desembarques desde 38 toneladas en 1978 a casi 7.000 toneladas en 1986. Este desarrollo, se debió en gran medida al aumento en la demanda producida por la apertura del mercado externo. Esta situación permitió el surgimiento de medianas empresas que eran abastecidas por el sector artesanal. Otro factor que impulsó el desarrollo de esta pesquería, fue el aporte crediticio proporcionado por el Banco Interamericano de Desarrollo (Salas *et al.*, 1987), que permitió la incorporación de nuevas embarcaciones, renovación de equipos y equipamiento de las embarcaciones, produciéndose un notorio incremento del esfuerzo pesquero.

A partir del año 1986 se observa una leve disminución en los niveles de desembarque (años 1987-1988) para luego presentar un repunte progresivo hasta el máximo histórico de la pesquería el año 1992 con más de 30 mil toneladas. Posterior a este año se observa una fuerte caída de los desembarques hasta el año 1996 con cerca de 12 mil toneladas, manteniéndose hasta la fecha el desembarque en el orden de las 10 mil toneladas (Figura 2)

Para la zona de estudio (VIII-XI Regiones) desde el año 1990 es posible apreciar una disminución considerable en los desembarques del sector artesanal que de 4.445 toneladas, disminuyó a 1.918 toneladas en 1993. Sin embargo, desde 1994 los desembarques se han incrementado llegando a las 4.315 toneladas el año 2000, para luego el 2001 descender a 3.094 ton. Por otra parte, el sector industrial ha disminuido sus desembarques a partir de 1992 donde se registraron 2.680 toneladas, llegando a una cifra muy mínimas cercanas a las 149 toneladas el año 2001 (Figura 3a).

Al comienzo de la década del 90 los mayores desembarques por parte del sector artesanal correspondieron a la VIII Región con 2.620 toneladas. Sin embargo, durante todo el periodo la Región ha presentado una tendencia decreciente en los desembarques hasta llegar a 1.049 toneladas el año 2001. Contrariamente a lo anterior, la X Región ha aumentado los niveles de desembarque de bacalao desde 1991 (680 ton.) hasta el año 2000 donde se desembarcó el máximo de 3.515 toneladas, para luego el 2001 disminuir fuertemente a sólo 2.045 ton. (Figura 3b).

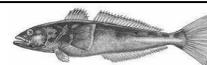


Durante el año 2001 el desembarque total de ambas flotas en la X Región fue de 2.192 toneladas, mientras que en la VIII Región se desembarcaron sólo 1.051 toneladas, dando cuenta ambas regiones de un 41,09% del desembarque total nacional. El aporte del sector artesanal a estos niveles de desembarque entre la VIII y XI Regiones fue del 95,4%, correspondiendo sólo el 4,6% al sector industrial.

Las características de operación de la flota han presentado variaciones en el desarrollo de esta pesquería. Durante los primeros años de actividad de la flota, las embarcaciones operaban en áreas cercanas a los centros de desembarque. La disminución de los rendimientos de pesca a partir de 1987, motivó el desplazamiento de la flota a otras zonas, siendo este dinamismo en el desplazamiento una de sus principales características. El principal objetivo de este desplazamiento, ha sido la búsqueda de nuevos caladeros, producto del agotamiento y la disminución de los rendimientos de pesca en los caladeros tradicionales. El desplazamiento de la flota ha sido en sentido norte y sur. Sin embargo, la dinámica de desplazamiento sur es la dominante, situación que favoreció el surgimiento de puertos como Valdivia, que anteriormente presentaban un bajo nivel de desembarques.

La pesquería del bacalao de profundidad presenta un marcado régimen operacional de la flota. Entre los meses de febrero a julio, se tiene un período caracterizado por bajos desembarques, mientras que entre agosto y enero se concentra la mayor actividad y consecuentemente aumento en los desembarques. Este régimen es producto de la reorientación de la flota que dirige su esfuerzo a la pesquería de pez espada en la primera mitad del año.

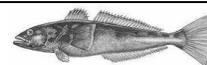
A pesar del importante rol socio-económico de la pesquería artesanal del bacalao, existe un precario conocimiento de la especie y su pesquería. Tanto es así, que en cuanto a su determinación específica, hasta 1987 todavía se seguía tratando a dicho recurso como *Dissostichus amissus*, a los ejemplares capturados en el litoral central, dejando la denominación *Dissostichus eleginoides* para las capturas del extremo sur de Chile. Finalmente se clarifica esa situación, demostrándose que la denominación *D. amissus* correspondía a una denominación inválida de *D. eleginoides*, técnicamente un sinónimo junior (Oyarzún & Campos, 1987). Se ha publicado también información sobre la especie como parte de estudios tróficos y biológico-pesqueros (Movillo & Bahamonde, 1971; Martínez, 1975; Pavéz *et al.*, 1978; Yañez & Pizarro, 1984; Flores & Rojas, 1987; Arrizaga *et al.*, 1996). El único trabajo publicado sobre adaptaciones fisiológicas de la especie en el talud



continental de Chile, es el presentado por Oyarzún *et al.*, (1988), en que se explora las propiedades morfológicas y de depósitos lipídicos.

En lo que respecta a los aspectos reproductivos, se cuenta con muy poca información, desconociéndose la existencia de algún trabajo publicado que haya analizado la situación del recurso en la costa de Chile. Solo se tienen los resultados de los trabajos de Young *et al.* (1992, 1999) como Informes Técnicos donde se establece el periodo de desove de la especie, para la zona entre los 53° y 57° L.S, que estaría centrado entre junio y agosto (Young *et al.*, 1992) y para la zona Centro-Sur de Chile donde no desovaría (Young *et al.*, 1999). A la forma de un Seminario de Título, existe el trabajo de Collado (1994) que efectúa un trabajo preliminar sobre la reproducción de *D. eleginoides*, con muestras provenientes de la zona pesquera al sur del paralelo 47. Desgraciadamente, el análisis histológico está basado sólo en 26 hembras y la estimación de fecundidad se efectuó en 40 hembras. Entre las principales conclusiones del citado trabajo, es que el bacalao de profundidad presentaría en esas latitudes, un ciclo ovárico de gametogénesis prolongada de tipo sincrónico asociada a un desove anual, que se produciría en los meses de primavera. El tiempo allí indicado estaría en franca contradicción con los trabajos de Young *et al.* (*op cit.*), y lo presentado en la literatura internacional para *D. eleginoides* de otras zonas del océano austral, áreas para las cuales se ha reportado desoves en marzo-abril (Chikov & Melnikov, 1990) e incluso mayo (Duhamel, 1981; Miller, 1993), tanto así que Zhivov & Krivoruchko (1990) sostienen que el desove del bacalao de profundidad es del tipo no intermitente y que ocurriría en el período de otoño-invierno del Hemisferio Sur, y que la mayor intensidad del desove se produciría entre abril y junio.

En este contexto, se hace imprescindible el monitoreo del recurso, con el objeto de mejorar el conocimiento de la dinámica poblacional de la especie y conocer la situación de la población, a la vez de permitir comprender la evolución de la flota y de su régimen operacional. En especial, si se considera que el esfuerzo de la flota es dirigido en forma selectiva a dos especies dependiendo de la demanda del mercado y la disponibilidad del recurso.

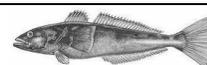


3. OBJETIVO GENERAL

“Caracterizar la pesquería artesanal de bacalao de profundidad en el área comprendida entre la VIII y XI Regiones”

4. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 4.1. Caracterizar la flota pesquera artesanal y su régimen operacional, determinando el esfuerzo de pesca y su distribución espacio-temporal.
- 4.2. Determinar la composición de la captura por sexo, talla y condición reproductiva por tipo de arte utilizado en la captura del recurso bacalao de profundidad en la zona de estudio.
- 4.3. Determinar la estructura de edades de las capturas de bacalao de profundidad en el área de estudio.
- 4.4. Describir el proceso de comercialización de las capturas de bacalao de profundidad en la zona de estudio.



5.1 OBJETIVO ESPECIFICO 3.4.1.

Caracterizar la flota pesquera y su régimen operacional, determinando el esfuerzo de pesca y su distribución espacio temporal.

5.1.1. Materiales y Métodos

5.1.1.1. Análisis del esfuerzo de pesca y su distribución espacio-temporal.

Los datos fueron solicitados al Servicio Nacional de Pesca para el periodo enero de 2001–diciembre de 2002, en los que se registra la zona de pesca, puerto o caleta de desembarque, fecha de zarpe y recalada, captura de bacalao, y destino de la captura.

Como fue establecido por Young *et al.* (1997), las únicas medidas de esfuerzo de pesca que pueden ser rescatadas del sistema de bitácora corresponden a los viajes con pesca y los días fuera de puerto. En este estudio, se consideró solamente los días fuera de puerto; esto es el número de días en que una embarcación estuvo ausente del puerto debido a que la duración de los viajes ha cambiado en el tiempo. El rendimiento se expresó en kilogramos por día fuera de puerto. A su vez, y con el objeto de realizar un análisis comparable al de Young *et al.* (1997), se siguió una clasificación de zonas de pesca similar a las utilizadas por estos autores; identificándose las siguientes tres:

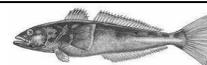
Zona 1: Límite Norte de la V al Límite Sur de la VII Región.

Zona 2: Límite Norte de la VIII y Límite Sur de la IX

Zona 3: Al sur del límite norte de la X Región.

Se realizó una comparación interanual de las tasas de captura (Gavaris, 1980; Kimura, 1981; Allen & Punsley, 1984; Punt *et al.*, 2000), mediante la aplicación de un Modelo Lineal Generalizado (MLG, McCullagh & Nelder, 1989) que permitió explorar los efectos espacio-temporales considerando que la estructura de error de las tasas de captura, CPUE, se distribuye log-normal.

Previamente, se realizó un análisis exploratorio utilizando un Modelo Aditivo Generalizado (GAM, Hastie & Tibshirani, 1990), que constituye una forma flexible para definir la función predictor, la cual es análoga a los coeficientes de regresión en los modelos lineales. El carácter exploratorio consistió en utilizar una forma no-paramétrica ajustando suavizadores de dispersión (“scatterplot



smoothers”), específicamente suavizadores de regresión con ponderación local llamado “loess” (Cleveland *et al.*, 1992) en S-plus 2000 (Chambers & Hastie, 1992). La gran ventaja de modelos GAM sobre métodos de regresión tradicionales es su capacidad para modelar no-linealidad utilizando suavizadores de dispersión, resultando ser una útil herramienta para análisis exploratorios tales que permitan identificar las relaciones funcionales sugeridas por los datos. El grado de suavizamiento de los términos “loess” dependen de dos parámetros: la fracción de datos vecinos ó span, utilizándose 0,75 a 0,9 del número total de observaciones; y el grado (lineal o cuadrático) de la regresión ponderada ajustada localmente en la vecindad de cada punto. La salida del ajuste del modelo GAM se analizó mediante gráficos de regresión parciales que muestran la forma de la relación estimada entre la variable respuesta y cada predictor junto con intervalos de confianza del 95% alrededor de la curva obtenida.

Con el objeto de evitar confusión, las aguas interiores en la zona Sur-Austral fueron incluidas dentro de la zona 3 (Al sur del límite norte de la X Región). Un análisis preliminar con GAM indica que no hay diferencias importantes en los resultados al agrupar los datos en tres zonas. La estacionalidad de las tasas de captura se mantiene, y también la tendencia a incrementar hacia el sur.

La aplicación de GLM, consistió en ajustar el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + E_j + S_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = logaritmo de la CPUE (kg/dfp)

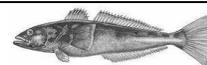
μ = promedio general

A_i = efecto del año i

E_j = efecto del mes j

S_k = efecto de la zona de pesca k

ε_{ijk} = error



Este modelo considera solamente los efectos principales relacionados con fuentes de variación fijas. En otras palabras, las características físicas de las embarcaciones (potencia del motor principal, capacidad de bodega) que constituyen fuentes de variación variables que no fueron incorporados debido a que no se contó con información para cada una de las embarcaciones que operó en el periodo de estudio. Cabe señalar que, tal y como lo señala Young *et al.* (1997), las zonas de pesca y el año son los factores que más contribuyen en explicar la variabilidad en las tasas de captura en la pesquería artesanal del bacalao de profundidad.

5.1.1.2. Análisis del esfuerzo de pesca desde bitácoras de muestreo biológico

A partir de los datos de bitácoras de pesca registrados durante los embarques de muestreo biológico de las capturas en Lebu y Quellón, se realizó un análisis estadístico descriptivo respecto de las siguientes unidades de esfuerzo de pesca:

Número de lances promedio por salida de pesca.

Duración promedio del tiempo de calado, en minutos.

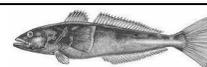
Duración promedio del tiempo de virado, en minutos.

Días fuera de puerto promedio.

Captura promedio (kg).

Captura por unidad de esfuerzo, en unidades de gramos por anzuelo calado.

Esta estadística relacionada con el esfuerzo de pesca se considera sólo referencial, y no debería ser extrapolable al rendimiento de la flota en cada zona de pesca, debido principalmente a que en cada localidad se utilizaron sólo algunas embarcaciones y en sólo una salida mensual.



5.1.2. Resultados

5.1.2.1. Flota

En la pesquería de bacalao de profundidad participan armadores artesanales con embarcaciones que no superan los 18 m de eslora. Este tamaño máximo para las embarcaciones artesanales ha sido restringido por la legislación vigente.

De un total de 101 embarcaciones encuestadas (Tabla 1), 41 tiene puerto base en Lebu y 24 en Valdivia; es decir, prácticamente el 64,4% proviene de estas dos localidades. Le sigue en importancia, embarcaciones con puerto base en Constitución (= 12) y San Vicente (= 9).

5.1.2.2. Tamaño de las embarcaciones y año de construcción.

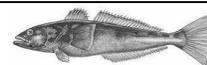
El tamaño de las embarcaciones se analizó considerando la eslora y tonelaje de registro grueso (TRG). La eslora de la flota fluctúa entre 12,7 y 18,7 m, con un promedio de 16,1 m (DS = 2,76; n=99). Por su parte, el TRG fluctúa entre 10,6 y 49,9 m³, con un promedio de 28,5 m³ (DS = 11,5; n=43) en la flota de Lebu.

La gran mayoría de la flota de Lebu (59,3 %) fue construida entre 1985 y 1992, con un máximo número de embarcaciones construidas en 1988 (18,5 %, Figura 4).

5.1.2.3. Régimen de Operación.

Puerto Base

En la pesquería del bacalao de profundidad de la zona Centro-Sur, tradicionalmente los principales puertos de operación de la flota han sido Constitución, San Vicente, Lebu, y Valdivia. En este estudio, el monitoreo de la pesquería artesanal está delimitado a los puertos de San Vicente, Lebu, Valdivia, y Quellón.



En Lebu, la flota opera según un régimen estacional con una mayor concentración del esfuerzo durante los primeros y últimos cuatro meses del año. Esta operación está asociada al recurso albacora, especie objetivo de esta misma flota, y cuya actividad se concentra básicamente entre abril y agosto (Figura 5). Específicamente, los rendimientos presentan dos puntos de quiebre, los cuales corresponden a un mínimo en los meses de mayo-junio y otro máximo que puede caer entre marzo-abril, o bien en octubre. Esta característica en la operación, justifica la elaboración de un índice de rendimiento que incorpore como fuente de variación fija el mes para la pesquería de bacalao de profundidad.

5.1.2.4. Tamaño de la flota y operación.

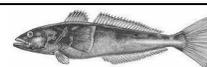
En el 2001 y 2002 operaron 192 y 220 embarcaciones, respectivamente, totalizando las primeras 17.673 días fuera de puerto (dfp) y las segundas 20.556 dfp. En el 2001 las capturas totalizaron 2.874 toneladas (t), mientras que en el 2002 la captura fue de 3.351 t. El rendimiento de pesca nominal, evaluado como la razón entre las capturas y los días fuera de puerto, fue muy similar entre ambos años (kg/dfp), mientras que el promedio de los rendimientos por embarcación fue mayor en el 2002 (Tabla 2).

La distribución espacio temporal del esfuerzo, capturas y rendimientos promedio se presenta en las Tablas 3, 4 y 5 para las zonas de pesca definidas. Se observa que en las zonas de pesca ubicadas al norte de la VIII Región (Tabla 3) participó un menor número de naves, cubriendo parcialmente el año 2001 y 2002.

5.1.2.5. Análisis del esfuerzo de pesca y su distribución espacio-temporal.

En relación con la estandarización de las tasas de captura con MLG, se encuentran los siguientes resultados:

Un análisis preliminar con GAM, indica que el rendimiento log-transformado habría declinado desde el 2001 al 2002, y que existe una disminución importante del rendimiento en los meses de invierno. Desde el punto de vista de las zonas de pesca, se visualiza que la zona 3 logra mejores rendimientos que la zona 2 y 1. A su vez, la mayor varianza ocurre en la zona 1 (Figura 6).



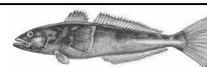
Los bajos rendimientos en la época invernal son característicos en la pesquería del bacalao de profundidad, principalmente porque ocurre una re-orientación hacia la albacora (Ver Figura 5).

Los resultados del modelo utilizado para analizar la CPUE del bacalao de profundidad entre el 2001 y 2002, se presenta en la Tabla 6. La devianza nula del modelo fue de 2311,723 con 2.862 grados de libertad, mientras que la devianza residual fue de 2224,917 con 2.862 grados de libertad. Los coeficientes mensuales señalan la estacionalidad de la pesquería, y los coeficientes asociados a las zonas de pesca la distribución espacial de la abundancia, identificándose la zona 3 como la de mayor abundancia relativa (Figura 7). Los residuales del modelo se distribuyeron de forma normal, indicando que la estructura de error asumida para el modelo es satisfactoria (Figura 8).

Aunque la estandarización realizada en este estudio no es estrictamente comparable con aquella realizada por Young *et al.* (1997) para el periodo 1986-1996, se observa que las tasas de captura estándar en 2001–2002 son del orden de magnitud estimada por esos autores para los años 1995-1996 (Figura 9). Young *et al.* (1997) señalan que la zona y año fueron los factores que más contribuyeron en explicar la variabilidad en las tasas de captura, lo que en cierto sentido podría hacer comparable los resultados obtenidos. En dicho sentido se podría decir que la abundancia relativa del bacalao de profundidad sigue siendo baja en relación con la abundancia durante los últimos años de la década de los 80.

5.1.2.6. Análisis del esfuerzo de pesca desde bitácoras de muestreo biológico.

La estadística proveniente de las bitácoras completadas a bordo durante cada embarque para la obtención de muestras biológicas se resume en la Tabla 7 y 8, para las zonas de pesca de Lebu y Quellón, respectivamente. En Lebu, una salida de pesca implica un promedio de 5 días fuera de puerto, y en los cuales se realizan cerca de 11 lances de pesca. En estos lances, la duración del calado del espinel es de aproximadamente 44,1 minutos ($\pm 11,8$ min), mientras que el virado del espinel dura en promedio 209 minutos ($\pm 34,1$ min). La captura promedio por cantidad de lances calado es de 60,1 g/anzuelo con una variación de 73%, lo que implica capturas promedio de 750 kg (Tabla 7). En Quellón, en cambio, se observa mejores rendimientos por anzuelos calados (353 g/anzuelo), con capturas promedio de 3.109 kg. En esta zona, la flota realiza en promedio salidas que duran aproximadamente 10 días fuera de puerto, en las cuales se realizan 15,6 lances de pesca promedio.



El calado del espinel tarda menos tiempo que en Lebu, con alrededor de 36 minutos y también el virado de la misma, con 120 minutos (Tabla 8).

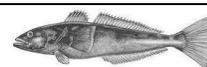
5.1.3. Planificación del muestreo y obtención de muestras a bordo y de frecuencia.

Muestreos a bordo de embarcaciones y en tierra.

Para la obtención de información se realizó muestreos mensuales a bordo de embarcaciones palangreras artesanales y en tierra, en las localidades de Lebu, Valdivia y Quellón, desde octubre de 2001 a octubre de 2002.

El muestreo a bordo comprendió el registro de datos biológicos como longitud total (cm), peso total y eviscerado (ambos en kg), sexo e identificación de estados de madurez sexual macroscópico (sobre la base de la escala de madurez sexual de Kock & Kellerman, 1991). De cada ejemplar muestreado se extrajo los otolitos sagitales, escamas, gónada y estómago, los que fueron etiquetados y guardados para su posterior análisis en laboratorio, ya sea congelados o fijados en una solución de formaldehído tamponada al 10% según correspondiera. En algunos ejemplares se tomó trozos de músculo para análisis genético. Además, se registró información de tipo pesquera correspondiente a los lances de pesca realizados para la obtención de las muestras. Estos fueron: latitud y longitud al inicio del calado para cada línea de pesca, hora de inicio y término de calado, profundidad de calado, número de paños y de anzuelos por paño, hora de inicio y término de virado, captura en número y peso de la especie objetivo (bacalao de profundidad) y captura en número de fauna acompañante. Esta información pesquera no fue posible de obtener en forma completa en todos los casos, en particular en las operaciones de pesca realizadas en Valdivia y Quellón, debido a malas condiciones de tiempo que imposibilitaron registrar en forma precisa y confiable la data correspondiente. Cuando fue posible, en las operaciones de pesca efectuadas en la zona sur del área de estudio, con base en Quellón, se registró el avistamiento de mamíferos marinos, en particular cachalotes, y su incidencia sobre el procedimiento de pesca y captura resultante.

El muestreo en tierra comprendió muestreos de frecuencia de ejemplares de bacalao y el registro de las principales características físicas de embarcaciones susceptibles de operar en la pesca de bacalao



de profundidad. En los muestreos de frecuencia se anotó la longitud total (cm) y el peso eviscerado (kg) de cada ejemplar, y cuando fue posible la posición geográfica de referencia de la zona a la cual pertenece la pesca. En aquellos casos donde no fue posible obtener la posición geográfica exacta la información recopilada fue asignada arbitrariamente al puerto de desembarque (Lebu, Valdivia y Quellón) para ser incorporada en los análisis posteriores.

5.1.4. Descripción de aparejo de pesca y operación de pesca.

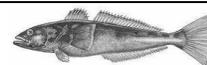
Aparejo de pesca

La pesca del bacalao de profundidad se realiza mediante el uso de espinel horizontal o línea con anzuelos (Figura 10). Este arte de pesca consta de una línea principal o línea madre, en este caso de unas 300 a 500 brazas (555 a 926 m) de longitud la cual lleva intercalado, a intervalos de 3 brazas, las líneas secundarias o patas de longitud variable (1 a 4 m). De estas últimas se desprenden los reinales o paños con anzuelos de unos 5 m de longitud que en su tercio opuesto lleva los anzuelos. Los anzuelos son del tipo gancho o pico de loro, estos son adicionados al paño por medio de reinales o lienza de 0,35 mm de diámetro, los cuales van intercalados en los anteriores. Dado que el espinel es de tipo horizontal y este debe ir directamente al fondo, se utilizan anclajes o arañas (de unos 30 a 40 kg de peso) a cada extremo de la línea madre y una línea del mismo diámetro que la línea madre, que sirva de nexo entre ésta y los respectivos boyantes en la superficie. Los boyantes consisten en un tambor vacío de P.V.C de 200 litros adherido a un banderín de unos 8 m de altura (Figura 10).

5.1.5. Procedimiento de pesca.

a) Calado:

La maniobra de calado o lance del espinel puede ser a cualquier hora del día, cuando así lo determine el patrón de la lancha, así como también el día, el lugar de calado (según la profundidad) y su orientación espacial (según la velocidad y dirección de las corrientes presentes). El procedimiento consiste en ir arrojando la línea madre a medida que la embarcación avanza a una determinada velocidad. Mientras se realiza esta operación, 4 tripulantes se encargan de adujar los

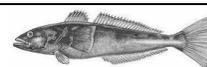


paños con anzuelos a la línea madre y de colocar un peso a cada uno de estos antes de que la línea caiga al agua. Como las patas secundarias se disponen a corta distancia entre sí se necesitan dos operarios por lado para realizar tal tarea.

Tanto al comienzo como al término de cada línea madre se deben colocar boyantes con banderines para poder posteriormente localizar visualmente la línea e izarla, para lo cual otros 2 tripulantes se requieren para preparar tanto los boyantes como las líneas que los unirán a la línea madre. En total la maniobra no dura más de $\frac{3}{4}$ hora en promedio y esta puede repetirse una o dos veces más en el mismo día, dependiendo de la disponibilidad de material.

b) Virado:

Después que el aparejo ha permanecido calado un determinado tiempo de reposo, el cual puede variar desde $\frac{1}{2}$ día a 1 o más días, se procede a izar la línea de pesca. Para esto la embarcación dispone de un chigre hidráulico que facilita la maniobra. En primer lugar, se recoge todo el sistema de boyante que tarda al menos media hora en subir hasta el primer anclaje o araña, en adelante van apareciendo los paños con la pesca lo cual disminuye la velocidad del procedimiento. En esta etapa son necesarios todos los tripulantes de la embarcación (al menos unos 7 tripulantes), ya que las funciones son variadas. Así, uno se encarga de controlar la velocidad de avance del chigre, el cual se ubica sobre estribor de la nave, al mismo tiempo que recoge los paños de la línea madre, retira el peso que estos llevan y saca los peces de los anzuelos en caso de que los haya, labor que comparte con uno o dos tripulantes mas. Otro tripulante se preocupa de adujar la línea madre a la forma de rollos que permitan su traslado sobre cubierta para que, posteriormente, uno o más tripulantes se encarguen de desenredar el cabo y retirar los paños y anzuelos. Otro tripulante trabaja sólo en la popa de la embarcación cuya labor consiste en ir tirando la línea, ya libre de paños y anzuelos desde proa, para arroyarla en su sitio original; en el transcurso va desenredando y colocando las patas en su orden sucesivo de manera que al finalizar la maniobra la línea madre queda lista para ser calada nuevamente. Finalmente, la labor del capitán es la de dirigir la nave durante las 2 a 4 horas que puede durar el virado de cada línea de pesca.



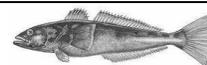
5.2. OBJETIVO ESPECIFICO 3.4.2.

Determinar la composición de las capturas por sexo, tallas y condición reproductiva por tipo de arte utilizado en la captura del recurso bacalao de profundidad en la zona de estudio.

La distribución espacial de los lances de pesca realizados por la flota pesquera artesanal en los puertos de Lebu, Valdivia y Quellón, a partir de los cuales se obtuvo muestras de bacalao para los muestreos biológico específico y de frecuencia, muestra que en el caso de Lebu y Valdivia la flota operó en torno a los puertos de desembarque, mientras que en el caso de Quellón la flota se desplazó hacia el sur del puerto de desembarque (Figura 11). Los lances de pesca de la flota artesanal de Lebu y Valdivia se concentran entre los 37° y 39°S y los 39° y 41°S, respectivamente, en cambio los lances de pesca de la flota artesanal de Quellón se concentran entre los 45° y 51°S, operando casi exclusivamente en la zona de pesca frente a la XI Región. De lo anterior se puede establecer que al parecer no existiría superposición de flotas (Figura 11), por lo que se puede utilizar la información de cada puerto de desembarque que no se encontraba georeferenciada en análisis posteriores.

5.2.1. Distribución de frecuencia de tamaños.

De la distribución de frecuencia considerando el total de los ejemplares en las tres localidades (Lebu, Valdivia y Quellón) se puede observar que dicha distribución presenta una asimetría negativa desplazada sobre los individuos de menor tamaño, con la moda principal entre 70-75 cm de longitud total (LT) y un rango de tallas comprendido entre 49 y 198 cm (Tabla 9, Figura 12). Para Lebu y Valdivia la moda principal se mantiene en los 70-75 cm (LT), mientras que para la localidad de Quellón corresponde a la clase de 80-85 cm (LT) (Figura 13). El menor rango de tamaños se encuentra en Lebu (45-175 cm de LT), mientras que los ejemplares de tallas mayores se encuentran en la localidad de Quellón (45-198 cm, LT), por lo que se podría decir que existiría una tendencia en la talla a aumentar latitudinalmente. En las Tablas 10, 11 y 12, se presentan los datos de las distribuciones de frecuencia de talla mensuales para las localidades de Lebu, Valdivia y Quellón, respectivamente. Por otro lado, en las Figuras 14, 15 y 16 se ven las distribuciones de frecuencia mensuales en cada una de las localidades. En el caso de Lebu se puede observar que en los meses de octubre de 2001 a febrero de 2002, las frecuencias de los ejemplares en las distintas clases de

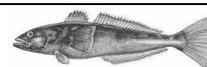


tamaño no superaron el 30% en ninguna de ellas, en cambio en los meses de marzo, abril y junio (2002) la clase principal superó el 30%, para luego de julio a octubre ser nuevamente inferior al 30%. Siendo la clase de tamaño principal en la mayoría de los meses la de 70,1-75,0 cm (Figura 14). En casi todos los casos se observa una distribución de tipo unimodal alrededor de la clase principal, los meses de octubre, noviembre, abril y mayo presentan ejemplares con tamaños mayores pero que no alcanzan a conformar una moda clara (Figura 14).

Para la localidad de Valdivia al observar las frecuencias mensuales de bacalao se observa al igual que para la zona de Lebu que las distribuciones son unimodales con algunos casos (abril, mayo y junio de 2002) donde se observan individuos mayores que podrían conformar otra moda pero la cual es muy débil (Figura 15). La clase de tamaño principal es la de los 70,1-75,0 cm para diciembre, abril y junio con frecuencias no superiores al 40% en todos los meses y un rango de tallas más amplio que el de la localidad de Lebu (Figura 15).

Finalmente, para la localidad de Quellón se observa una situación diferente a las localidades de Lebu y Valdivia, ya que en algunos meses (principalmente de febrero a mayo de 2002) se aprecian dos modas, siendo la moda principal superior a las otras dos localidades, la cual está en los 75,1-80,0 cm de longitud total en los meses de octubre, noviembre (2001) y enero (2002) pero con frecuencias que no sobrepasan el 30% (Figura 16), en el caso de los meses donde aparece una moda secundaria ésta se encuentra entre los 100 y 130 cm de LT (Figura 16).

En la Figura 17a se entregan las distribuciones de talla para los ejemplares de bacalao de profundidad obtenidos del muestreo biológico. En general se observa una asimetría negativa tanto para el total, como para machos y hembras, además, se observa que en todos los casos la distribución es de tipo unimodal. En el caso de los machos (n=712) el rango de tamaños va entre 50 y 145 cm con una moda en la clase de 65 cm (Figura 17b), para las hembras (n=1.353) el rango va entre 55 y 180 cm con una moda de 75 cm de longitud total (Figura 17c).



5.2.2. Relación longitud-peso eviscerado.

Para ajustar la relación longitud-peso se utilizó el peso eviscerado de los peces con el fin de utilizar el total de las muestras. Esto debido a que aquellos individuos del desembarque provienen sin vísceras por lo que al ser muestreados sólo es posible obtener el peso eviscerado. Además, por lo anterior en aquellos peces que fueron muestreados del desembarque fue imposible determinar el sexo, por lo que el ajuste de la relación longitud peso fue realizado para sexos combinados.

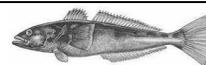
La relación longitud total (cm)-peso eviscerado (g) considerando la muestra total presenta un mejor ajuste al modelo de tipo potencial de la forma $W = aL^b$, con un valor de R^2 de 0,923 (Figura 18). En el caso de cada localidad el mismo modelo potencial es el que mejor se ajusta con valores de R^2 superiores a 0,90 en todos los casos. La pendiente b se encuentra en la vecindad de 3, con valores superiores a 3,1 y relativamente similares entre localidades (Figura 19). En el caso del ajuste para cada una de las localidades el menor y mayor valor de R^2 correspondió a Valdivia (0,90) y Quellón (0,94), respectivamente.

En el caso de la relación longitud peso por sexos se observa que aparentemente no existirían diferencias entre machos y hembras (Figura 20) siendo nuevamente el modelo potencial el mejor ajustado a los datos con valores de R^2 de 0,92 para machos y 0,90 para hembras y valores de b superiores a 3, siendo para hembras más alto (3,37; Ver Figura 20).

5.2.3. Estados de madurez macroscópica.

Para la determinación de los distintos estados de madurez macroscópica se utilizó la escala propuesta por Kock & Kellerman (1991) para nototénidos y caníctidos (Ver Tabla 13).

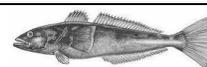
En la Figura 21 se presenta para machos (a), como para hembras (b) la frecuencia de los distintos estados de madurez macroscópica. Se observa en general que tanto para machos ($n= 703$) como para hembras ($n= 1.332$) la mayoría de los ejemplares se encuentra en los estados 1 (inmaduro) a 4 (maduro), encontrándose sólo unos pocos peces en estado 5, es decir, desovado o evacuado que



posiblemente podrían estar mal asignados. En el caso de los machos (Figura 21a) se observa que el 55% se encuentra en estado 1 o inmaduro, el 32% en estado de latencia (2) y sólo un 6,4 y 6,3% en los estados 3 y 4 (maduros), respectivamente para solo encontrarse un sólo ejemplar en estado 5 (14%), el cual podría estar mal asignado. Para las hembras la situación es similar a la de los machos, ya que 62% se presentaba en estado 1, 26% en estado 2, 8,1% en estado 3 y sólo un 3,2% en estado 4, y muy pocos peces en estado 5 (0,68%) (Figura 21b).

Al separar machos y hembras para cada localidad, se observa una tendencia similar a la del conjunto de los datos, pero con casos como el de Valdivia donde las hembras presentaron principalmente estados 1 y 2 de madurez, muy pocos peces en estado 3 (3 ejemplares) y ninguno en estado 4 (Figura 22d); ó Quellón donde para los machos los estados 1 a 3 poseen alrededor del 78% de los ejemplares y cerca de un 22% en estado 4 (Figura 22e), siendo el estado 2 el más importante para este mes con un 46% de los peces, las hembras se encuentran principalmente en estado 1 y con muy pocos peces en los estados 3 y 4.

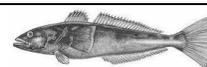
Por otro lado, en las Figuras 23 y 24 se pueden observar las frecuencias en porcentaje de los distintos estados de madurez macroscópica mensuales provenientes de cada localidad (Lebu, Valdivia y Quellón), tanto para machos como hembras por separado. Para los machos (Figura 23), se observa que en general los ejemplares de las tres localidades se encuentran en los estados 1 (inmaduro) a 3 (en desarrollo), y sólo en octubre de 2001 y abril de 2002 muy pocos individuos de Lebu y Quellón, respectivamente, se encuentran en estado 4 (maduro). Siendo los meses de diciembre a marzo (Figura 23c-f) los estados 1 y 2 (inmaduro y latente, respectivamente) los principales con muy pocos peces con gónadas en estado de desarrollo (estado 3). Se observa que los individuos de Lebu se encuentran repartidos en los estados 1 a 4 pero con un fuerte predominio de machos estado 1 con frecuencias superiores al 80% como por ejemplo el mes de diciembre de 2001 y entre junio-octubre de 2002 (Figura 23c, i-m), situación similar se observa en Valdivia donde casi no hay machos en estado 3 y meses como en febrero, marzo y abril de 2002 donde más del 80% de los machos estaba en estado 1 (Figura 23e-g). Para el caso de Quellón, durante octubre de 2001 se observa cerca de un 80% de machos en estado 3 pero el mes siguiente el 100% de los machos se encuentra en estado 1, debido a que sólo se obtuvieron 2 machos en la muestra (Figura 23b), luego el mes de abril aparecen machos en estados de madurez mas avanzados encontrándose individuos en



estado 4 para luego en mayo todos los machos se encontraban es estado 4 (Figura 23g-h), los meses posteriores (junio-octubre 2002) se observan machos principalmente es estados 2 (Figura 23i-m).

En el caso de las hembras (Figura 24), en el mes de octubre de 2001 se puede observar la presencia de individuos en los estados de madurez sexual 1 a 4, con predominancia de aquellos en estados 1 y 2, inmaduro y latente. Se observa que los ejemplares provenientes de la localidad de Quellón se encuentran representados principalmente en el estado 1 con más de un 70%, un 27% en estado 2 y sólo un 2% en estado 3, para Lebu se observa que la muestra se encuentra entre los estados de madurez 1 a 4 con frecuencias superiores al 25% en los 3 primeros estados y unos pocos individuos en el 4 (11%) (Figura 24a). En el mes de noviembre (Figura 24b), se observa una situación similar al mes de octubre con individuos en todos los estados de madurez macroscópica, excepto para Valdivia donde sólo se encontraron hembras en estado 1 y 2. La predominancia de madurez fue de aquellos individuos en estado 1 para las tres localidades con frecuencias superiores a 40%, presentando los otros estados frecuencias inferiores al 30%. Para el mes de diciembre (Figura 24c) en general se observan individuos presentes en los estados de madurez 1 a 3, pero con un fuerte porcentaje de hembras en estado 1 en Valdivia (90%) y Quellón (60%), y en Lebu el 61% en estado 2, en estado 3 sólo se encontró un 29% de Lebu y 8% de Quellón. En caso del mes de enero sólo se contó con muestras de Lebu, las cuales se encontraban en su mayoría en estado 2 (52%) y 1 (32%), con muy pocos ejemplares en estado 3 (Figura 24d). Para el mes de febrero se observa que para Lebu hay hembras en los estados 1 a 4, con un 53% en estado 1 y muy pocos individuos en los restantes estados, en el caso de Valdivia el 81% de los individuos estaba en estado 1 y el restante 19% en estado 2 (Figura 24e). En marzo se observa una situación similar con los individuos de Lebu y Valdivia concentrados en los estados 1-2 y la aparición de algunos individuos de Quellón en estado 3 (20%). El mes de abril se observa una tendencia a encontrar individuos en estados más avanzados de madurez para Lebu y Quellón no así para Valdivia donde el 80% se encontraba en estado 1 (Figura 24g). Finalmente, para los meses entre mayo y octubre de 2002 se observa una alta concentración de los individuos en los estados 1 y 2 (Figura 24h-m), destacando el mes de julio donde en las tres localidades casi el 100% de los individuos se encuentra en estado 1 (Figura 24j).

En las Figuras 25 y 26 se pueden observar resumidos para cada localidad la evolución mensual en porcentaje de los distintos estados de madurez macroscópicos para machos y hembras, respectivamente, donde se puede apreciar tanto para machos como para hembras que la localidad de



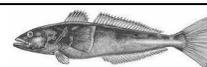
Quellón es la presenta mayor porcentaje de individuos maduros y durante el período entre febrero-mayo de 2002, con un máximo durante el mes de abril.

5.2.4. Índice macroscópicos (IGS e IG*).

Una de las informaciones más elementales en el conocimiento de los organismos, es aquella relacionada con la función reproductiva de dichos organismos. Del debido conocimiento de la biología reproductiva básica puede depender la correcta aplicación de medidas de protección.

Para conocer entonces, los cambios que ocurren durante el proceso de maduración gonádica en los peces se han desarrollado variadas metodologías. Desde aquellas más simples como las escalas macroscópicas de madurez hasta algo más complejas y de mayor costo como las técnicas histológicas. Si bien las primeras son rápidas y baratas ya que dependen casi exclusivamente de la observación por parte de “un ojo entrenado”, tienen el problema que al enfrentarse a desovantes parciales los estados de madurez no son fácilmente separables, y la subjetividad del muestreador introduce un sesgo muy alto. Por ello en el tiempo se ha ido imponiendo el uso de técnicas histológicas, que junto con ilustrar con precisión casi absoluta los momentos de inicio y término de la temporada reproductiva, demuestran en primer lugar si se está frente a un desovante total o frente a un desovante parcial (o fraccionado). Una herramienta intermedia, más cercana en su concepción y en su origen a las primeras, es el Índice Gonadosomático (IGS) que si bien puede no ser tan preciso como las técnicas histológicas, puede perfectamente indicar la tendencia central del proceso de madurez, además de ser muy simple y de costo mínimo.

Antecedentes biológicos de bacalao disponibles (Young *et al.*, 1996; Oliva *et al.*, 1999; Young *et al.*, 1999), señalan que el índice gonadosomático en la zona norte de Chile y subzona sur (San Antonio-Valdivia) presentaría el mayor valor en el mes de julio, con una marcada declinación en el mes de agosto, continuando ésta en los meses subsiguientes. Este comportamiento indicaría que el desove se produce entre los meses de julio y agosto, resultados que coinciden con Young *et al.* (1992), quienes señalan que el desove de bacalao se produciría entre junio y agosto. Dentro de los objetivos de este proyecto se incluye la determinación de los estadios de madurez reproductiva del recurso bacalao, y su respectiva escala de madurez asociada, para este fin se emplearon índices



Macroscópicos (IGS e IG*) y Microscópicos, utilizando el material gonádico obtenido de las muestras biológicas georeferenciadas.

Indice Gonadosomático (IGS).

El IGS es una medida macroscópica del estado de madurez de los individuos en una población y se calcula para mostrar las diferencias en el desarrollo de la gónada a través del tiempo, con respecto al peso del cuerpo de acuerdo a:

$$IGS = \frac{\text{Peso Gonada}}{\text{Peso Pez} - \text{Peso Gonada}} * 100$$

Se analizó el periodo de desove mediante el estudio mensual de la gónada de machos y hembras del bacalao relacionando este índice con la talla, la zonas de pesca, la época del año, para observar el patrón reproductivo estacional de éste.

Indice gonádico (IG*)

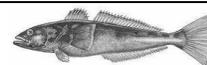
En la búsqueda de índices que reflejen adecuadamente el proceso de madurez sexual en los peces, el Indice Gonadosomático (peso de las gónadas como porcentaje del peso total del cuerpo) ha sido el de más amplia utilización. Pero por los errores que pudieran introducirse debido a las variaciones en peso para peces de igual tamaño, se introdujo un nuevo índice basado en la longitud de los peces (Indice Gonádico):

$$IG = \frac{\text{PesoGónada}}{(LT)^3} * 10^4$$

En realidad dicha ecuación, si bien aparece con la longitud como parámetro de referencia, en verdad puede ser considerada como una aproximación gruesa al peso teórico, ya que la elevación al cubo de la longitud estaría reemplazando a la constante *b* de la relación longitud-peso, y 10^4 sería una sobresimplificación de la constante *a*. Así, si se reordena la ecuación anterior y se efectúan los reemplazos correspondientes, se tiene:

$$IG^* = \frac{\text{PesoGónada}}{a(LT)^b}$$

En que el denominador tiene exactamente la forma y contenido de la relación longitud-peso:



$$W = a(LT)^b$$

De esa manera la nueva expresión para el IG* es bastante más realista y considera las verdaderas relaciones alométricas para cada especie, población y tiempo en que se efectúa el estudio. Entonces si se cuenta con la información de longitudes y peso, se puede calcular la relación longitud-peso de cada uno de los períodos y así estimar el IG de acuerdo a la nueva expresión.

Como se mencionaba antes, el IGS sería susceptible a los errores que pudieran introducirse debido a las variaciones en peso para peces de igual tamaño, tal vez esas variaciones son interesantes, pues en la población, a la que queremos conocer, hay peces “flacos” y peces “gordos”, y con el estado de “gordura” del pez, también puede que cambie algún aspecto de la gónada, el mismo IGS o la cantidad de algún tejido. En términos comparativos, parecería preferible el IG* porque da cuenta de toda la variación que hay en la población.

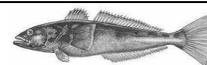
5.2.4.1. Resultados

5.2.4.1.1. Índice gonadosomático (IGS).

Los resultados obtenidos en el análisis del IGS para las localidades en estudio se representan gráficamente en la Figura 27a, b y c.

En la Figura 27a, es posible observar el comportamiento de la actividad gonádica que se lleva a cabo a lo largo del período analizado para el total de las muestras por cada localidad, donde se observa en general que para las localidades de Lebu y Valdivia no existe un aumento en el IGS que pueda estar indicando la existencia de un período de máxima actividad reproductiva de la especie dentro de la escala anual (octubre 2001-octubre 2002). Una situación similar se observa al analizar los individuos separados por sexo, siendo una tendencia invariable en el tiempo con valores de IGS muy bajos (Figura 27a).

Para el caso de Quellón se observa una situación distinta, ya que desde octubre de 2001 a marzo de 2002 se observa una leve tendencia a aumentar del IGS, para luego en abril aumentar considerablemente (superior a 2) debido principalmente a la aparición de ejemplares maduros, llegando al mes de máxima actividad que ocurrió en mayo, posteriormente, se observa una caída en



el IGS a valores mínimos igual que en las localidades de Lebu y Valdivia (Figura 27a). Por otro lado, al separar por sexos los individuos, se observa para los machos una tendencia similar a la del total, con el fuerte aumento del IGS entre abril y mayo, para luego disminuir, pero lamentablemente los meses anteriores casi no se obtuvieron machos por lo que no se sabe bien su tendencia al principio del período (Figura 27b). En el caso de las hembras se observa que el valor máximo de IGS fue durante el mes de abril de 2002, principalmente debido a la aparición de hembras en estados de madurez gonádica más avanzados (Figura 27c).

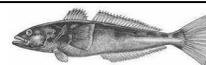
Finalmente, al analizar el comportamiento del IGS de todos los peces con respecto a la longitud total, se puede observar una leve tendencia a aumentar desde los individuos pequeños hacia aquellos de mayor tamaño, para posteriormente presentar una caída en los individuos mas grandes (Figura 28), debido principalmente al bajo número de ejemplares obtenidos en ese rango de tamaño. Al separar los individuos por localidad se observa la tendencia esperable donde para Lebu y Valdivia casi no hay variaciones en el IGS con el tamaño de los peces debido a que son todos ejemplares inmaduros (Figura 29). Para Quellón en cambio se observa la tendencia del total a aumentar el IGS a medida que aumenta el tamaño de los peces (Figura 29).

5.2.4.1.2. Índice gonádico (IG*).

El IG* presenta una tendencia muy similar a la del IGS, tanto para el total como para machos y hembras en cada una de las localidades (Figura 30a-c), pero con valores levemente inferiores. Por lo anterior, las conclusiones que se pueden obtener de este índice son las mismas que aquellas obtenidas del IGS.

5.2.4.1.3. Aspectos microscópicos.

El capítulo relacionado con los aspectos reproductivos del recurso, se completa con el análisis de las gónadas a través de técnicas histológicas, que en este caso ha resultado determinante (Ver en detalle en Sobreoferta 2).



5.3. OBJETIVO ESPECIFICO 3.4.3

Determinar la estructura de edades de las capturas de bacalao de profundidad en el área de estudio.

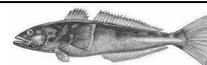
5.3.1. Otolitos.

5.3.1.1. Determinación de la edad

El estudio de la edad y del crecimiento de los individuos es un aspecto de notable importancia en la biología pesquera de los recursos. El principal objetivo que se persigue en la mayoría de los estudios de edad es la elección del o los métodos que permitan estimar la edad lo más precisa y exacta posible, es en este sentido que la elección de la estructura base para estos estudios y la técnica a elegir juega un importante rol al momento de calcular los costos de todo el estudio (compra de muestras, insumos lecturas, etc.).

En el marco del presente proyecto se requiere determinar la estructura de edades de las capturas por lo cuál el análisis de estructuras duras como los otolitos y escamas son alternativas cuyos antecedentes para esta especie están en la literatura. En este aspecto, en la mayoría de las determinaciones de edad de este recurso se han utilizado las escamas como estructuras base. Al respecto los estudios de crecimiento conocidos de *Dissostichus eleginoides* (Zacharov & Frolkina, 1976; Hureau & Ozouf-Costaz 1980; Pavez *et al.*, 1983; Young *et al.*, 1987; Shust *et al.*, 1991; Aguayo, 1992; Young *et al.*, 1995; Cassia, 1998; Rubilar *et al.*, 1999), en su mayoría analizan la edad del bacalao de profundidad en base a las escamas, debido principalmente a la facilidad para la obtención de las muestras y la nitidez de los anillos. Los otolitos de esta especie presentan según antecedentes entregados en varios estudios una estructura que en muchos casos es extremadamente opaca, lo cuál dificultaría la lectura de los anillos. Las comparaciones entre lecturas de otolitos versus escamas han sido realizadas por Young *et al.* (1995) quienes encontraron diferencias significativas entre ambas lecturas. En cambio Cassia (1998) no encontró estas diferencias para muestras de las Islas Georgia del Sur.

Debido a la amplia distribución geográfica de esta especie típica de taludes continentales se conocen estudios realizados en distintas localidades de su área de distribución geográfica. En la sub-



área 48.3 de la FAO (Islas Georgia del Sur) fue estudiada por Shust *et al.* (1991), Aguayo (1992) y Cassia (1998); para el sector del Atlántico Sur-Oeste pro Zacharov & Frolkina (1976) y Hureau & Ozouf-Costaf (1980) para el sector de las Islas Kuergelen y Crozet en el Océano Indico. En la costa chilena se conocen los estudios de Pavez *et al.* (1983) para el área de Valparaíso; Young *et al.* (1987) para la VIII Región y Aguayo (1992) y Young *et al.* (1995) para el sur del paralelo 47°, y para un sector de la zona Centro-Sur de Chile (entre los 38°19'-43° Lat. Sur), por Rubilar *et al.* (1999).

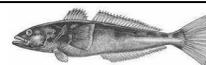
Debido a las diferencias encontradas en las lecturas entre escamas y otolitos, la presente sección considera los otolitos como estructura para la determinación de la edad.

Existen tres pares de otolitos en las cápsulas óticas de los peces teleósteos, a cada lado del laberinto membranoso del oído interno. El laberinto membranoso consiste de tres canales semicirculares relacionados con una zona ampular, que corresponde al utrículo donde se aloja el otolito *lapillus*; el sáculo donde se aloja el otolito *sagitta*, y la lagena donde se puede encontrar el *asteriscus*. Los *sagittae* son los otolitos más grandes y han sido extensamente utilizados para determinar la edad. Por lo tanto, se puede decir que la palabra otolito usualmente es referida a los *sagittae* y es el que se utilizó en el presente estudio.

5.3.1.2. Preparación de los otolitos

A pesar que los otolitos del bacalao han sido utilizados en otros estudios (Ashford, 2001; Horn, 2002), en el presente proyecto se ha complementado con lo realizado por el mismo equipo de investigación en el estudio “Asignación de edades y crecimiento de bacalao de profundidad” FIP 2001-17, es decir se probaron distintas técnicas con una submuestra de 40 otolitos. Estos otolitos fueron preparados según los procedimientos clásicos utilizados en la preparación de esta estructura con el fin de buscar la que entregue una mejor nitidez de los anillos (FAO, 1982; Penttila & Dery, 1988; C.A.R.E., 2000). Las técnicas empleadas fueron:

- a) Otolitos enteros con y sin tostado.
- b) Corte transversal y longitudinal, con y sin tostado.
- c) Sección delgada de lo anterior.



En la Figura 31 se muestra un diagrama con las etapas y tratamientos utilizados para la elección de la técnica de observación.

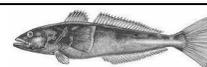
Previo a la preparación y/o lectura de los otolitos, se eliminaron los restos de materia orgánica adherida al otolito mediante un limpiador de ultrasonido, luego se pesaron utilizando una balanza analítica al miligramo de precisión y se midió el largo, ancho y espesor.

Con el fin de determinar posibles diferencias que pudiesen existir entre el otolito izquierdo y derecho, se aplicó un análisis de regresión lineal entre el peso de ambos otolitos, para luego probar que la pendiente fuera igual a uno y el intercepto igual a cero (Zar, 1984).

Otolitos Enteros.

Para la observación de los otolitos enteros, éstos se hidrataron para su posterior lectura. En el proceso de hidratación se emplearon bandejas de hidratación que contienen muescas plásticas rotuladas; en las que se mantienen los otolitos en agua, por un período de tiempo que permitiera obtener una claridad en la observación de los anillos. Para este fin, se probaron distintos tiempos de hidratación para mantener claridad de la estructura anular interna y en el borde de los otolitos. Para aumentar el contraste los otolitos fueron pintados de color negro por su cara externa y observados con luz reflejada bajo esteromicroscopio, agregándoles un agente aclarante que consistió en una solución con 50% de etanol y 50% glicerina (C.A.R.E., 2000).

También se observaron otolitos tostados (FAO, 1982; Ashford *et al.*, 2000; Horn, 2002), esta técnica se basa en que los anillos de crecimiento lento (translucidos) más ricos en proteína, toman al tostarse un tono acaramelado más oscuro. El tostado se puede realizar situando el otolito en una lámina metálica sobre una llama débil o situándolo en un horno. El tiempo necesario para el tostado depende del tamaño del otolito, lo que muchas veces se alcanza cuando éste toma un tono acaramelado, en el presente estudio los otolitos se mantuvieron en un horno a 250 °C por 10 minutos. Posteriormente se observaron con reflejada y luz transmitida, agregándose en ambos casos la solución de etanol con glicerina.



Cortes Transversales y Longitudinales en Otolitos con y sin Tostado

Sin tostado: El seccionado del otolito puede ser realizado en diferentes ángulos (FAO 1982). Usualmente, los otolitos son seccionados transversalmente en el núcleo (foco), esto ha resultado con éxito en especies del género *Merluccius* (Beamish 1979; Chilton & Beamish, 1982; entre otros) como también en forma longitudinal (Jearl 1983; Pentilla & Dery 1988). En el caso de *D. eleginoides* se ha utilizado convencionalmente el ángulo transversal (Kalish & Timmiss, 1998; Horn, 2002; Ashford, 2001). Para efectos del presente proyecto se realizaron los dos tipos de cortes, es decir, transversal y longitudinal (Figura 32).

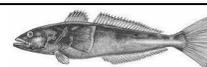
Para realizar el corte es necesario incluir las muestras en una sustancia que se solidifique y le dé sustento. Distintos autores han probado la inclusión en sustancias tales como la resina epóxica (Kalish & Timmiss, 1998; Horn, 2002) o adheridos a portaobjetos por medio de Loctite 349 (Ashford *et al.*, 2002). Con otros otolitos también se han utilizado parafina sólida (Barrera Oro & Bellisio, 1987) y también Eukitt o Entellan tal como se ha realizado en Chile (Gili *et al.*, 1995). Para efectos de la presente propuesta se utilizó resina de poliéster dado los buenos resultados que se han obtenido en otros estudios con otras especies (Araya *et al.*, 2001).

Para el corte se utilizó una cortadora marca BUEHLER, modelo Isomet con velocidad de corte regulable, la cuál posee un disco de corte doble diamantado con hoja de 0,15 mm (Figura 33). Posteriormente, el corte se pulió con abrasivo comercial marca Brasso, con el fin de mejorar la nitidez de los anillos. Luego la sección se montó en un trozo de plasticina y se observó bajo un estereomicroscopio con luz reflejada.

Con tostado: Previo al corte, el otolito fue tostado en un horno a 250°C por un tiempo de 10 minutos, realizando luego el corte de acuerdo a la metodología del punto anterior.

5.3.1.3. Secciones Delgadas de los Otolitos en Vista Transversal y Longitudinal

La técnica consiste en obtener secciones delgadas (el plano ya ha sido escogido previamente en el punto anterior) de aproximadamente 0,3 a 0,5 mm (Figura 34), estas secciones se obtuvieron con la cortadora de la Figura 33, obteniéndose por lo menos dos secciones del mismo otolito, para así



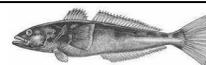
asegurar la observación del núcleo. Una vez cortadas las secciones delgadas, se montan por la cara pulida hacia abajo en un porta objeto y se les vuelve a pulir con Brasso, quedando listas para la lectura en microscopio o estereomicroscopio con luz transmitida.

5.3.1.4. Lectura de los Otolitos.

La lectura de los otolitos se basa en la identificación y conteo de los annuli, entendiéndose por annulus (annuli, plural) un anillo concéntrico visible alrededor del núcleo del otolito formado con periodicidad anual. Esta compuesto por una zona de crecimiento rápido -ZCR- y por una de crecimiento lento -ZCL. Cuando se observa con luz reflejada sobre fondo oscuro la ZCL aparece como un anillo translucido; éste se deposita en el otolito durante o cerca de un período de disminución o detención del crecimiento. El anillo translucido aparece opaco con luz transmitida. Por otra parte, la ZCR con luz reflejada el anillo aparece opaco, éste está formado por uno o varios anillos densos agrupados, interpretados como el incremento opaco anual que se deposita sobre el otolito durante el período estival; esta zona opaca aparece oscura (hialina) con la luz transmitida (Chilton & Beamish, 1982; ICSEAF, 1986).

Hay muestras que se clasificaron de acuerdo al grado de dificultad que presentaban las lecturas, se clasificaron como “buenas” las muestras que presenten anillos muy nítidos, facilitando su lectura y “regulares” las que en diferente grado presentaran dificultades para identificar los anillos anuales y seguir su secuencia. En estos casos, se presentan alternativas como lo son: seguir los anillos alrededor del otolito, jugar con las sombras lo que a veces logra destacar mejor los anillos, emplear diferentes enfoques y posiciones de la muestra o utilizar algún agente aclarante.

Una vez definida la técnica de observación de los anillos se realizaron las lecturas bajo una lupa estereoscópica con aumento 40X, ayudados en la definición, además, con un microscopio. Las lecturas la realizaron dos lectores dos veces cada uno, estos lectores presentan una gran experiencia en la lectura y observación de otolitos de distintas especies de peces, por lo que más que leer una gran cantidad de otolitos el trabajo estuvo dirigido a la interpretación y discusión de la formación de los annuli. El análisis estadístico de las lecturas se explica en el punto siguiente.



5.3.1.5. Análisis de Precisión de las Lecturas.

La precisión se refiere al grado de repetibilidad (o acuerdo) de una misma medida (Campana & Jones, 1990). Las estimaciones de edad se basan en que los anillos de crecimiento puedan ser identificados y contados, pero sucede que las lecturas llevan implícita variabilidad entre ellas, la que puede estar dada entre lectores, lecturas, entre estructuras para determinar la edad o entre instituciones de investigación. Puede depender, además de la interpretación (error y variabilidad del lector, errores de preparación), o puede depender de la variabilidad propia del individuo. Para estos factores, por separado, se realizaron una serie de pruebas estadísticas para determinar si existen tendencias sistemáticas en las interpretaciones. El análisis estadístico se basa en el supuesto de que las repeticiones de las lecturas son estadísticamente independientes, esto significa que cada lector no tuvo conocimiento del resultado del otro lector, ni de sus lecturas anteriores.

Para detectar sesgos en las lecturas se empleó el método gráfico que consiste en graficar la edad entre dos lectores, considerando a uno como control (Campana *et al.*, 1995). Esto consiste en graficar las lecturas de edad de un lector (Y) representada con la media y su intervalo de confianza al 95%, correspondiente a cada una de las categorías de edad reportadas por el otro lector considerado como control (X).

La precisión de las lecturas (número de anillos que identifica cada lector) se calculó mediante una modificación al índice de error promedio (APE) para estimaciones repetidas, propuesto por Beamish & Fournier (1981) el índice se define por:

$$APE_j = 100 * \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{|X_{ij} - X_j|}{X_j}$$

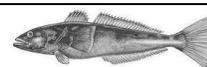
donde:

X_{ij} = Edad i-ésima determinada en el j-ésimo pez

X_j = Edad promedio calculada para el j-ésimo pez

R = Número de veces que cada otolito es leído

Además, se empleó el índice propuesto por Chang (1982), el cual emplea un coeficiente de variación (C.V.) como test de reproductibilidad en la estimación de la edad entre e intralectores. Este último



índice ha demostrado ser una medida de precisión más robusta en este tipo de estudios (Campana *et al.*, 1995):

$$CV_j = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^R (X_{ij} - X_j)^2}{R-1}}}{X_j}$$

Tamaño Muestral para Determinar la Estructura de Edad

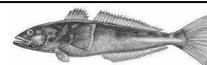
En el caso del bacalao de profundidad se cuenta con evidencia sobre las edades o grupos de edades determinados mediante el uso de escamas, proveniente de la pesquería en la zona Centro-Sur por Rubilar *et al.* (1999) y sus respectivas proporciones. Por lo tanto mediante el conocimiento de las posibles proporciones de las edades, de acuerdo al estadístico para estimación del número (n) de muestra basado en proporciones señalado por Cochran (1977):

$$n = \frac{t^2 p(1-p)}{r^2}$$

donde: **t** corresponde al estadístico de Student asintótico del nivel de probabilidad α , **r** es el error relativo que se desea alcanzar y **p** en la proporción de las distintas edades en la población. Así, considerando los antecedentes citados en el primer párrafo y al adoptar valores para **r** de 5 %, para **t** de 1,96 (correspondiente a un nivel de probabilidad de 0,05 %) y para **p** de 5 a 16, considerando 12 grupos de edad, se obtiene un tamaño de muestra de 1.363, (Tabla 14). Por lo tanto, para el presente estudio se propone un tamaño de muestra anual mínimo de 1.400 ejemplares de bacalao considerando la presencia de 12 grupos de edades para cumplir con los objetivos de lectura de escamas y de otolitos, lo cual mensualmente se comprometió una muestra mínima de 116≈120 especímenes, durante los 12 meses.

5.3.1.6. Estructura de Edad de las Capturas

La estructura de edad de los desembarques del recurso bacalao, se estableció mediante la expansión a las capturas de la clave edad-talla mediante los siguientes pasos:



5.3.1.7. Elaboración de claves talla – edad

Luego de la asignación de cada ejemplar a un grupo de edad determinado, de acuerdo a lo descrito en los párrafos anteriores, se clasificaron en una matriz según la talla correspondiente y se estimó la probabilidad de que un individuo de talla “l” pertenezca al grupo de edad “t” ($P_{l(t)}$). Las claves se elaboraron por sexo, puerto y el total anual.

$$P_{l(t)} = \frac{n_{tl}}{n_l}$$

n_l = número de individuos de longitud “l”

n_{tl} = número de individuos del grupo de edad “t” con longitud “l”

Número total de individuos en la captura (N)

$$N = \frac{Y}{\bar{W}}$$

Y: captura del período

$$\bar{W} = \frac{\sum f_l * W_l}{f}$$

f_l : frecuencia en la muestra para la clase de talla “l”

f: número de individuos en la muestra

\hat{W}_l : se estima para cada clase de talla a través de la relación longitud - peso

Número de individuos por clase de talla en la captura (N_l)

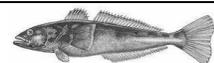
$$N_l = P_l * N$$

P_l : probabilidad de individuos con longitud “l” en la muestra

Estimación número de individuos de longitud “l” que corresponden a una determinada edad “t” (expansión de la clave talla-edad) ($N_{l(t)}$)

$$N_{l(t)} = P_{l(t)} * N_l$$

Número de individuos a la edad t (N_t)



$$N_t = \sum N_{l(t)}$$

Ajuste a Datos de Longitud y Edad Actual.

El ajuste de una curva de crecimiento se llevó a cabo con la información de talla a la edad actual, es decir, no fue necesario realizar retrocálculo ya que se contó con información de edad de ejemplares desde los dos años. La información de los ejemplares menores a los cinco años fue aportada por P. Horn (National Institute of Water and Atmospheric Research, New Zealand), investigador que trabaja y ha publicado sobre el tema en esta especie (Horn, 2002), y se asumió que la interpretación de los primeros anillos es la misma que se realizó en el presente estudio.

La utilización de toda la información de longitud-edad actual para ajustar una curva de crecimiento presenta muchas más ventajas, principalmente desde el punto de vista estadístico, que al trabajar con datos retrocalculados de longitudes a edades pretéritas, ya que con este último análisis se pueden introducir sesgos en las estimaciones al no cumplirse ciertos supuestos y que se describen en Araya & Cubillos (2002).

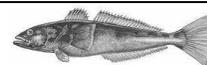
Se ajustó el modelo von Bertalanffy, por sexos, el cual describe el crecimiento de muchos organismos marinos y sus parámetros son ampliamente utilizados en modelos empíricos el cual es descrito por la siguiente ecuación:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{(-K(t-t_0))})$$

donde L_t es la longitud media del pez a la edad t , L_∞ es la longitud asintótica, K es el coeficiente de crecimiento, que mide la rapidez con que se alcanza L_∞ y t_0 es un parámetro que da cuenta hipotéticamente del momento en que la longitud del pez es cero (usualmente negativo).

Para la estimación de los parámetros del modelo de von Bertalanffy se consideró una estructura de error aditiva, es decir, la variabilidad en el crecimiento se asumió constante como una función de la variable independiente, por lo que los datos se modelan por:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{(-K(t-t_0))}) + \varepsilon_t$$



donde ε_t es un término de error con media igual a cero y varianza constante, σ^2 . Las estimaciones de los parámetros se realizaron a través de mínimos cuadrados no lineales, minimizando la función objetivo:

$$\sum_t (L_t - E(L_t))^2 = \sum_t (L_t - L_\infty (1 - e^{(-K(t-t_0))}))^2$$

donde $E(L_t)$ es el valor predicho esperado por el modelo de crecimiento a la edad t .

5.3.1.8. Comparación del Crecimiento entre Sexos

La determinación de las diferencias entre sexos se basó en comparar la tasa de crecimiento en longitud, obtenida a partir de la primera derivada del modelo de crecimiento de von Bertalanffy, i.e.

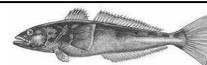
$$\frac{dl}{dt} = KL_\infty - KL_t$$

La comparación de la tasa de crecimiento promedio se realizó para el rango de longitudes dados. Se generaron R_{\max} valores alternativos e igualmente probables para la tasa de crecimiento promedio en base al error estándar de los parámetros L_∞ y K , tomando en cuenta la correlación entre ellos. A partir de los R_{\max} valores de la tasa de crecimiento, se determinan los límites de confianza de 95% con un método percentil y se compara con la tasa de crecimiento estimada a partir de otros conjuntos de parámetros de crecimiento. Si los límites de confianza se traslapan, se acepta la hipótesis nula, i.e. H_0 : las tasas de crecimiento son iguales.

5.3.1.9. Características del Otolito de Bacalao

El otolito del bacalao es grueso, de forma ovalado, con bordes lobulados. Por su cara interna (Figura 35a) se aprecia un sulcus del tipo homosulcoide con collum ausente. Antirostrum posiblemente ausente en individuos mayores. Con presencia de hendidura dorsal. La cara externa (Figura 35b) se presenta relativamente lisa, los bordes lobulados se proyectan suavemente hacia el núcleo.

La comparación entre el peso del otolito derecho e izquierdo nos entregó que no existen diferencias entre ellos (Figura 36), el valor de la pendiente fue de 0,9945 lo que estadísticamente es igual 1 (test-t, $dl=533$, $P=0,377$) y el intercepto es igual a cero ($P=0,289$).



5.3.1.10. Elección de la Técnica de Observación de Anillos en los Otolitos.

De acuerdo a las distintas técnicas probadas para la preparación y observación de los otolitos, los resultados son los siguientes:

5.3.1.10.1. Lectura en Otolitos Enteros.

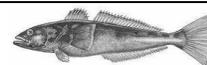
Los otolitos se observaron en seco por su cara externa directamente bajo esteromicroscopio con luz reflejada y transmitida y en donde no se obtuvieron resultados, por lo que se les agregó un agente aclarante que consistió en una solución con 50% de etanol y 50% glicerina (C.A.R.E., 2000), en donde tampoco se tuvo resultados (Figura 35). Luego se procedió a hidratarlos por períodos de tiempo de 6, 12, 24 y 48 horas, en cada período se observó el otolito agregándose unas gotas de la solución de etanol y glicerina. En ninguno de estos tiempos de hidratación se obtuvieron resultados satisfactorio, apreciándose el otolito al igual que en los tratamientos anteriores (Figura 35).

En vista de los nulos resultados, se procedió a tostar los otolitos enteros hasta que éstos alcanzaran un tono acaramelado (250 °C por 10 minutos). Posteriormente se observaron con luz reflejada (Figura 37a) y luz transmitida (Figura 37b), agregándose en ambos casos la solución de etanol y glicerina en donde tampoco se obtuvieron resultados alentadores.

Cortes Transversales y Longitudinales en Otolitos con y sin Tostado

Sin tostado: De las muestras analizadas con ambos cortes, sólo en el corte transversal (Figura 38) se logra apreciar más claramente los anillos de crecimiento. En el corte longitudinal (Figura 39), es posible observar anillos pero estos a su vez se encuentran subdivididos por pequeños anillos translucidos lo que puede llevar a una mala interpretación.

Con tostado: A los otolitos que han sido previamente tostados a 250 °C, se dividieron en dos grupos realizándoles los cortes longitudinal (Figura 40) y transversal (Figura 41), en éstos el corte transversal (Figura 41) es en el que se logra apreciar más claramente la disposición de los anillos.



Secciones Delgadas de los Otolitos en Vista Transversal y Longitudinal.

En la Figura 42 se aprecia la sección longitudinal de un otolito tostado y en la Figura 43 de una sección transversal, en ambas secciones se aprecian anillos de crecimiento.

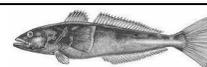
5.3.1.10.2. Lectura de los otolitos.

De las distintas pruebas realizadas ha sido posible definir el método de observación de los anillos de acuerdo al grado de nitidez que presentaron en los distintos tratamientos que fueron sometidos. La técnica ha ser utilizado corresponde al tostado del otolito a 250°C por 10 minutos y posteriormente realizar la lectura en secciones delgadas transversales de los otolitos.

Las secciones delgadas transversales de los otolitos (Figura 43), en general permiten identificar los annuli, es decir, las zonas translucidas y opacas se van alternando desde el núcleo hacia el borde. Dependiendo donde estuviera más discernible los annuli se leía, ya sea, hacia el lado distal o proximal. El núcleo en todos los casos se presentó opaco (ZCR) y en algunos casos a los lectores se les hacía difícil discernir la zona translucida que le seguía.

El conteo de los annuli entre ambos lectores estuvo entre los 4 y 23, haciéndose muy difícil discernir el tipo de borde que presentaba el otolito. El análisis de regresión a las lecturas de edad realizada por ambos lectores nos entrega que no existe diferencias entre ellos, es decir, el valor de la pendiente es 1 (test t, $dl=98$, $P>0,1$) y el intercepto no difiere significativamente de cero ($P>0,3$) (Figura 44).

La gráfica de las diferencias entre las estimaciones de edad con respecto a uno de los lectores (Figura 45) no muestra sesgo sistemático. Distinta es la situación cuando se grafica el sesgo por edad entre lectores (Figura 46), en la cual para las edades más jóvenes el lector 1 tiende a sobreestimar la edad con respecto al segundo lector, invirtiéndose esta situación para las edades más viejas. El error de porcentaje promedio (APE) fue de un 7,56% y 10,4% para el lector 1 y 2 respectivamente, con un coeficiente de variación de 12,7% para el lector 1 y 18,2% para el lector 2. Mientras que el APE para la primera lectura de ambos lectores fue de 10,8 y la segunda de 6,8% lo que nos indica que ambos lectores en la segunda lectura aumentaron su precisión.



Con los resultados obtenidos, la edad final considerada ha sido la mediana, calculada con las lecturas de los dos lectores. La mediana como medida de tendencia central evita el problema de las lecturas con valores extremos que se produjeron en algunos casos.

5.3.1.11. Estructura de Edad de las Capturas

Claves Talla-Edad

Las claves talla-edad se elaboraron por sexos, puerto y trimestres, siendo éstos: octubre-noviembre-diciembre 2001, enero-febrero-marzo 2002; abril-mayo-junio 2002 y julio-agosto-septiembre 2002.

Lebu

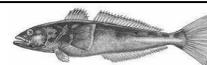
En la Tablas 15 y 16 se presentan las claves talla-edad para machos y hembras, respectivamente, y la estructura de edad obtenida de la clave se presenta en la Figura 47a-b. Para el ciclo anual en Lebu se obtuvieron lecturas de 643 otolitos. El rango de grupos de edad presentes tanto para machos como hembras va desde el IV al XXVII (Figura 47a-b), en las hembras la moda se presenta en el grupo de edad VIII mientras que en los machos en el IX.

Quellón

En las Tablas 17 y 18 se entregan las claves talla-edad para machos y hembras, respectivamente. De los bacalao desembarcados en la localidad de Quellón, la cantidad de otolitos leídos para el ciclo anual fue de 158 en machos y 382 en hembras. La estructura de edad, para machos y hembras, obtenida de las claves se presenta en la Figura 47c-d. Los machos se encuentran entre los grupos de edad VII y XXII, con una moda principal en el grupo de edad IX. Las hembras se encuentran representadas en un rango mucho más amplio que los machos, entre el grupo de edad VI y XXXI+ con una moda en el grupo de edad X.

Valdivia

Las claves talla-edad para machos y hembras de la localidad de Valdivia se presentan en las Tablas 19 y 20, leyéndose 146 otolitos de machos y 257 de hembras para el ciclo anual. La estructura de edad en machos se encuentra entre el grupo V y XX (Figura 47e) con una moda en el grupo de edad VII, el rango de las hembras va entre V y XXIII (Figura 47f) con una moda en el grupo VIII.



Todas la Localidades y Total.

En la Figura 48 se aprecia la estructura de edad para machos y hembras, obtenidas de las claves talla-edad (Tabla 21 y 22), considerando todas las localidades, los machos presentan un rango de edades más pequeño que las hembras, entre el grupo IV y XXII, con una moda en los VII. Mientras que las hembras abarcan desde el grupo V al XXXI+, con una moda en el grupo IX.

Para el total (Tabla 23, Figura 49) los grupos de edades con mayor participación son el VII, VIII y IX y X.

5.3.1.12. Ajuste Curva de Crecimiento

En la estimación de los parámetros de crecimiento se emplearon 461 pares de datos longitud-edad actual para machos y 809 para hembras. Los parámetros estimados (Tabla 24) en ambos sexos se traslapan en sus intervalos de confianza por lo que no existirían diferencias significativas en el crecimiento entre sexos, como se puede apreciar en la gráfica de la Figura 50. Los valores de los parámetros estimados del modelo de von Bertalanffy fueron $L_{\infty}=176,24$ cm, $K=0,057/\text{año}$ y $t_0=-1,647$.

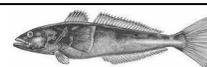
5.3.2. Escamas.

Para la determinación de la edad basándose en la lectura de escamas del bacalao, se exploraron algunas técnicas, como la observación con distintos tipos de luz (transmitida, reflejada), tinción de la estructura esclerofítica, entre otras, con el fin de obtener una mejor visión de los annuli de la escama.

De estas técnicas se optó por la visualización de la escama con luz transmitida indirecta, debiéndose regular la intensidad de este factor para lograr el mayor contraste de los anillos concéntricos.

5.3.2.1. Mediciones de la escama.

Fueron registrados el radio total y los radios anulares concéntricos en la escama, estos últimos fueron medidos desde el núcleo al borde externo de los anillos en forma longitudinal (Figura 51).



5.3.2.2. Muestras.

Se analizaron un total de 1.080 escamas, obtenidas entre octubre 2001 y septiembre 2002, éstas provienen de muestreos de frecuencia de longitudes y de análisis biológicos específicos de las tres localidades (Lebu, Valdivia y Quellón). El rango de longitudes analizadas va desde los 42,8 cm a los 190 cm de longitud total (Tabla 25).

5.3.2.3. Análisis de la escama.

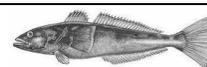
En el análisis de la estructura anular por sexo y en conjunto (Figuras 52-53) se discriminaron hasta 56 marcas hialinas, en un individuo de 190 cm de longitud.

La verificación de la anualidad de las marcas se hizo sobre la base del análisis del tipo de borde en formación, cuyos resultados confirmarían esta hipótesis, tomando la salvedad de que la asignación del borde en formación en los individuos más longevos es más difícil por lo angosto de los incrementos, siendo en algunos casos imposible determinar la naturaleza del borde por desgaste, en esos casos los individuos a los cuales no se les determinó el borde, sólo se les utilizó para estimar el crecimiento y no para la clasificación del borde.

Al examinar la serie mensual del tipo de borde resultante de las lecturas, se observa una tendencia inversa de ambos tipos de materiales, con una alta representación del material opaco durante octubre y noviembre del 2001, para luego descender este nivel al 12% en junio, a su vez el anillo hialino comienza a aumentar hasta llegar a 88% en junio del 2002 (Tabla 26, Figura 54).

5.3.2.4. Crecimiento.

El crecimiento longitudinal del pez, se estimó indirectamente, basado en la teoría del retrocálculo de longitudes a las edades pretéritas, esta teoría se aplicó sobre la base de la hipótesis de proporcionalidad de la longitud del pez (BHP) (Witney & Carlander *vide* Francis, 1990). En este sentido, para el bacalao se observó primero la relación existente entre la longitud del pez y el radio de la escama, encontrándose en primera instancia una tendencia lineal en esta relación debido a la falta de representación de los individuos de las tallas extremas. Al incluir toda la amplitud de tallas en este informe el ajuste presentó una forma del tipo potencial entre el crecimiento en longitud del



pez y el incremento del radio de la escama, presentando ésta un alto grado de correlación entre ambas variables (Figura 55-57; Tablas 27).

5.3.2.5. Estimación de los parámetros de crecimiento.

Previo a la estimación de los parámetros se comprobó la hipótesis del crecimiento diferencial por sexo, mediante la hipótesis de homogeneidad de pendiente del análisis de covarianza (ANCOVA). Para efectuar este análisis se consideraron el radio de la escama estandarizado como variable dependiente, la longitud del pez (como variable independiente estandarizada) y el sexo del pez como categoría.

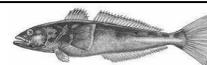
Para discernir si existe crecimiento diferencial se utilizó la interacción entre la Lpez y la categoría (Sexo), (Tabla 28) no encontrándose evidencias significativas ($p > 0,05$) a un nivel de confianza del 95%.

Al no existir diferencias entre sexos, se consideraron todas las longitudes promedio por edad obtenidas por medio de la metodología de retrocálculo (machos, hembras e indeterminados, $n = 900$, Tabla 29), debido a que estos datos incluyen la variabilidad promedio de las tasas de crecimiento permitiendo obtener una mejor representación de los parámetros de crecimiento.

Mediante la rutina de ajuste no-lineal del Table Curve 2.5 (SSPS) se obtuvieron los parámetros del modelo de crecimiento y estadísticos de interés (Tabla 30). Cabe notar que se utilizó mínimos cuadrados para el ajuste de los residuos, de esta forma con los parámetros ajustados el modelo final presentó la siguiente expresión:

$$L_t = 180.6 * \left[1 - \exp^{(-0.038*(t-3.86))} \right]$$

Donde L_t es la longitud a la edad t , y t es la edad del pez.

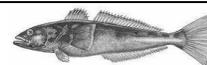


5.3.3. Determinación de edades mediante técnicas Radiométricas.

5.3.3.1. Consideraciones Generales

Un manejo efectivo de las pesquerías depende del conocimiento de la composición de los “stocks” de peces con respecto a la edad, o en otras palabras la relación entre las clases de tamaños de peces y la edad. En efecto la estructura de edad a menudo proporciona la primera evidencia de sobrepesca lo que puede implicar la necesidad de imponer cuotas de capturas (Jennings *et al.*, 2001). A pesar que se pueden utilizar varias formas de determinar la edad de los peces, el método más común es examinar los otolitos de carbonato de calcio. Estos son removidos desde el pez y son contados los anillos, ya sea de la estructura entera o cortada en secciones. Los incrementos del crecimiento preservado en los otolitos son usados para la determinación de la edad. La relación entre el número de incrementos y la edad puede ser conocida, sin embargo siempre se asume que esta relación existe, y esto puede llevar a un error y por lo tanto mal manejo de la pesquería. Para asignaciones de edades más exactas se requiere un método de validación de estas asignaciones (Cochran & Masque, 2002).

Durante la última década ha surgido como una alternativa de validación de edad en peces, la utilización de sustancias radioactivas naturales presentes en el medio que habitan estos organismos, particularmente los de la serie del ^{238}U y ^{232}Th , las que producto de su decaimiento radioactivo pueden ser utilizadas como cronómetros naturales. Los primeros estudios sobre la utilidad de estos radioisótopos como cronómetros de organismos marinos son los realizados por Turekian *et al.* (1975) que determinan la edad y tasa de crecimiento de almejas de océano profundo utilizando ^{238}Ra , demostrando que este bivalvo alcanza en 50 a 60 años a una talla de 4 mm. Posteriormente, Turekian *et al.* (1979) calculan la edad de una almeja del sector de la Cordillera Mesoceánica de la región de los Galápagos utilizando ^{228}Ra , ^{210}Pb , ^{228}Th , estimando edades cercanas a los 7 años para estos organismos. Turekian y Cochran (1981) utilizando $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ y ^{228}Ra calculan edades para una almeja Vesicomideae de alrededor de 4 años. Turekian *et al.* (1982) utilizan esta metodología en moluscos costeros de New York Bight, en el borde continental Este de USA, usando ^{228}Th y ^{228}Ra que permite demostrar un alto grado de compatibilidad entre anillos de crecimiento y edad.

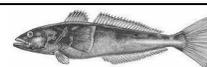


Las aplicaciones de esta metodología en peces, se inician con los trabajos de Bennett *et al.* (1982) que confirma la longevidad de *Sebastes diploproa* (Piscis: Scorpaenidae) a partir de mediciones de la razón $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ realizadas en otolitos, estimando edades de alrededor de 70 a 80 años para los peces más grandes. Posteriormente Fenton *et al.* (1991), desarrollan metodologías más precisas que consideran modelos de crecimiento que permiten determinar las edades en forma más exacta a partir de estas aproximaciones radiométricas. Las principales estructuras calcáreas utilizadas para la determinación de la edad y longevidad de los peces se basan en los anillos de crecimiento que se encuentran en las vértebras y los otolitos. Uno de los casos donde se ha determinado la edad de un organismo a través de anillos de crecimientos en vértebras es el de *Rhinobatos annulatus* (Rossouw, 1984). Siendo, en la mayoría de los casos determinado a través de análisis radiométrico de los otolitos. A la fecha la técnica de los análisis radiométricos ha sido empleada en 12 especies de peces como por ejemplo *Sebastes diploproa* (Bennett *et al.*, 1982), “redfish” (Campana *et al.*, 1990), *Macruronus novaezelandie* (Fenton & Short, 1995), *Hoplostethus atlanticus* (Fenton *et al.*, 1991 y Smith *et al.*, 1995), *Anoplopoma fimbria* (Kastelle *et al.*, 1994), *Sebastolobus altivelis*, *Sebastolobus alascanus* (Kline, 1996), Lutjanidae sp. (Milton *et al.*, 1995), *Alloctytus verrucosus* (Stewart *et al.*, 1995), *Sabestes rufus* (Watters, 1995) y *Coryphaenoides acrolepis* (Andrew *et al.*, 1999).

5.3.3.2. Fundamentos teóricos

La mayoría de las estructuras óseas de peces están compuestas de carbonato de calcio a la forma de aragonita, la cual es precipitada dentro de una matriz proteica así como el pez crece (Townsed *et al.*, 1995). Los radiosítopos son parte de un gran número de elementos que pueden coprecipitar junto con los cristales de carbonato de calcio en cantidades a nivel traza, debido a que muchos de ellos tienen radio iónico similar al calcio y la misma valencia, pudiendo sustituirlo en la estructura cristalina durante la precipitación (Kinsman, 1969; Kinsman & Holland, 1969). Por lo tanto, esto generará un desequilibrio radioactivo a lo largo de la vida del pez que permite usar las razones isotópicas como cronómetro.

En la aplicación de esta metodología existen varios supuestos que deben ser considerados al momento de su utilización, los que son: i) no existe removilización o migración química de los radionúclidos una vez que se ha fijado en la estructura calcárea, es decir, los otolitos, espinas, huesos y escamas constituyen sistemas químicos cerrados, ii) la absorción desde el agua o cualquier



otra parte de la hija del isótopo que se utiliza es despreciable, y iii) la incorporación del isótopo es en una proporción constante respecto a la tasa de aumento de masa de la estructura ósea.

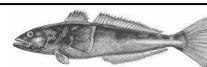
El primer supuesto determina que el radioisótopo, o en forma más precisa el desequilibrio radioactivo que se genera entre el padre y la hija en la estructura estudiada se mantiene. Esto se ha demostrado por experimentos realizados por Campana & Nielson (1985) que indican que la removilización química dentro de la estructura calcárea es despreciable.

El segundo se cumple cuando existe una clara señal del isótopo utilizado sobre el fondo natural o sobre el contenido de él en el agua, lo que asegura la viabilidad práctica del método (Smith *et al.*, 1991). El último supuesto puede ser el más problemático, ya que presupone que se debe evaluar el aumento de la masa de la estructura por un método independiente que generalmente, comprende el método de los anillos de crecimiento, los cuales usualmente no están validados. Una forma de obviar esto es utilizando el centro de la estructura que, en general, representa la condición inicial, cuando el isótopo se fijó y determina el tiempo inicial ($t=0$).

5.3.3.3. Condiciones de aplicación

La exactitud de las mediciones de edad de una estructura calcárea de un pez se puede mejorar midiendo la tasa de aparición de la hija de un isótopo o bien la tasa de disminución de un determinado radioisótopo. En ambos casos, se determinan el desequilibrio radioactivo que es función del tiempo permitiendo calcular la edad de la estructura. En ambos casos se requiere la utilización de dos isótopos, en general los más usados han sido la aparición de ^{210}Po y ^{228}Th a partir del decaimiento de ^{210}Pb y ^{228}R , respectivamente. El equilibrio radioactivo entre este par hija-padre se alcanza en dos y 10 años, respectivamente. Con estos pares de radioisótopos se pueden obtener cronologías para crecimiento de peces sobre escalas < 2 años hasta ~ 100 años (Cochran & Masque, 2002).

La utilización de los métodos radiométricos para estimar las edades requiere la obtención cuantitativa del radioisótopo, por lo tanto, es requisito fundamental para un estudio de este tipo definir un procedimiento radioquímico que garantice esta condición, i.e., no exista pérdida de material calcáreo que pueda contener el isótopo de interés.



Los isótopos seleccionados a cuantificar son el ^{210}Pb el cual es un isótopo natural de la serie del ^{238}U que es producido por el ^{236}Ra que se encuentra disuelto en el agua. El ^{210}Pb decae por emisión alfa a ^{210}Po alrededor de los 5,31 Kev, lo que es utilizado en la cuantificación del ^{210}Pb , asumiendo equilibrio secular entre el padre (^{210}Pb) y la hija (^{210}Po). También se requiere evaluar el ^{226}Ra en la solución ácida remanente después de la disolución y depositación del ^{210}Po , lo que se puede hacer por espectroscopia alpha gaseosa, mediante la técnica de emanación de ^{222}Rn .

Para abordar un proyecto de este tipo se han considerado dos etapas que son complementarias entre si:

1.- Identificación y tratamiento de limpieza de la estructura a utilizar para la cuantificación de los radioisótopos.

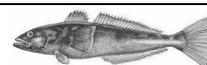
5.3.3.4. Cuantificación de los radioisótopos.

Durante la primera fase del proyecto, los esfuerzos y actividades realizadas estuvieron orientadas fundamentalmente a dos aspectos básicos: i) desarrollo de una técnica de limpieza de las estructuras óseas del pez que serán utilizadas en la evaluación de los dos radioisótopos a utilizar (i.e., ^{210}Pb y ^{226}Ra), con la condición que esto no signifique pérdida de material calcáreo que puede contenerlos y ii) seleccionar la estructura ósea que de la mejor señal radioquímica y con el menor tiempo de conteo posible.

Selección de estructura

A priori y basado en experiencias anteriores se ha seleccionado tres estructuras:

- 1.- Escamas
- 2.- Otolitos
- 3.- Vértebras de la región cervical



Desarrollo de metodología de limpieza

La utilización de los métodos radiométricos para estimar las edades requiere la obtención cuantitativa del radioisótopo, por lo tanto, es requisito fundamental para un estudio de este tipo definir un procedimiento radioquímico que garantice esta condición, i.e., no exista pérdida de material calcáreo que pueda contener el isótopo de interés.

Para la limpieza de las estructuras óseas seleccionadas básicamente se ha utilizado una modificación del método de limpieza desarrollado en el estudio del pez espada (Salamanca, 1999) usando TRIONE, lo que requiere un estricto control de los tiempos de uso del oxidante inicial y del ataque con H₂O₂, para evitar la pérdida de material calcáreo ya que debido a su baja calcificación los huesos pequeños tienden a perder material rápidamente. A estos métodos se agregó el hervido en agua destilada.

5.3.3.5. Cuantificación de radioisótopos

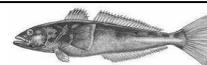
²¹⁰Pb

El ²¹⁰Pb presente en los otolitos limpiados con agua destilada a ebullición se midió por Espectroscopía Alpha de su hija ²¹⁰Po (Flyn, 1969) ya que decae por emisión alfa a alrededor de los 5,31 Kev, lo que es utilizado en la cuantificación del ²¹⁰Pb, asumiendo equilibrio secular entre el padre (²¹⁰Pb) y la hija (²¹⁰Po). Esta es una técnica de uso rutinario en la Sección de Isótopos del Laboratorio de Oceanografía, del Departamento de Oceanografía. En las Figuras 58 y 59 se muestran el Espectrómetro Alpha utilizado para la cuantificación de este elemento.

Una vez limpios los otolitos fueron tratados con HCL 1.5 N para su completa disolución. En este paso se probaron dos técnicas de ataque: i) disolución con HCl 1,5 N llevar a sequedad y posterior redisolución con HCL 1.5 N y ii) sólo ataque con HCL 1.5 N.

²²⁶Ra

El ²²⁶Ra se midió por Espectroscopia Gaseosa Alpha, mediante la Técnica de Emanación de ²²²Rn, a partir de las soluciones ácidas remanentes de la determinación de ²¹⁰Pb en el Laboratorio de Radioquímica del Dr. Kirk Cochran en el Marine Sciences Research Center, State university of New



York at Stony Brook, USA. Para ello el Investigador Responsable (Dr. Marco A. Salamanca viajó a ese laboratorio). En las Figuras 60 a 62 se muestra la línea de extracción utilizada.

Limpieza

El método que demostró ser más adecuado para el tratamiento de las estructuras evaluadas fue la ebullición por una hora en agua destilada, y por lo tanto este fue seleccionado, para completar el estudio. La evaluación de los procedimientos de limpieza en las tres estructuras seleccionadas dió como resultado que el otolito es la mejor estructura basado en los siguientes criterios:

- 1.- Uniformidad del material después de la limpieza con agua.
- 2.- Homogeneidad en la distribución del material calcáreo a disolver.
- 3.- Fácil manipulación.

5.3.3.6. Análisis radioquímico

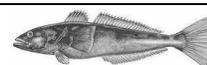
^{210}Pb

En la Tabla 31 se presenta el background en la Región de Interés (ROI) que representa el ruido del Espectrómetro. Este es bajo y fluctúa entre 0,001 y 0,002 cpm y se considera despreciable y por lo tanto no se descontará de las cuentas de las muestras.

En la Tabla 32 se presenta la actividad medida con dos tratamientos químicos de disolución del otolito. No detectándose diferencia entre ellos por lo cual las lecturas definitivas se harán utilizando la disolución con HCl 1.5 N.

5.3.3.7. Selección de Otolitos

En esta etapa se escogieron los otolitos a los cuales se les midió los radioisótopos, de acuerdo a 6 grupos de tallas entre longitudes menores a 60 cm y mayores a 130 cm (Tabla 33) y con ellos se prepararon dos grupos de muestras a analizar. Con el objeto de mejorar la sensibilidad de las mediciones se utilizaron entre 6 y 8 otolitos por talla, lo cual permitió tener entre 0,731 y 2,102 g de material para la determinación de los radioisótopos.



5.3.3.8. Relación masa otolito versus tallas

En la Figura 63 se presenta la relación entre la masa de otolitos y las tallas de peces consideradas para la determinación radiométrica de las edades. En esta figura se puede apreciar el aumento de la masa de los otolitos de acuerdo a las tallas seleccionadas para la determinación de ^{210}Pb y ^{226}Ra en ellos. Esta relación se interpreta como la depositación continua de material calcáreo en el otolito y con ello la incorporación de radioisótopos.

5.3.3.9. Determinación de radioisótopos

La cuantificación de los dos isótopos empleados se hizo sobre dos grupos de muestras que cubrían un rango de tamaños de menores a 60 cm hasta 130 cm de longitud. En la Tabla 34 se presentan los resultados de las determinaciones de ^{210}Pb y ^{226}Ra corregidos a los tiempos de colecta, depositación y conteo, realizadas en los otolitos de las tallas de peces señaladas en la Tabla 33. Las actividades obtenidas están dentro del rango informados en la literatura para el caso del ^{210}Pb (e.g., Bennett *et al.*, 1982; Fenton *et al.*, 1991). No obstante en el caso del ^{226}Ra las actividades medidas son mayores que las informadas en la literatura citada. Esto se puede explicar por los distintos contenidos de Ra en el ambiente en que viven estos peces, pero cuando este se fija en la estructura calcárea comienza a decaer a ^{210}Pb con su λ típico, explicando la baja actividad de este radioisótopo.

5.3.3.10. Determinación de edades radioquímicas

Para la estimación de las edades de bacalao de profundidad se utilizó la ecuación propuesta por Stewart *et al.* (1995) que permite establecer la edad promedio utilizando los otolitos enteros:

$$t = -1/\lambda_{\text{Pb}} * [\ln (1 - A) / 1 - R]$$

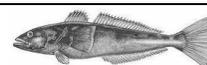
Donde:

A : razón isotópica promedio ($^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$) en un otolito entero.

R : razón isotópica inicial ($^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$, se asume equivalente a 0,05).

λ : constante de decaimiento.

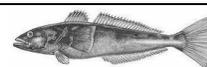
t : edad del otolito.



En la Tabla 35 se presentan las edades estimadas para los dos grupos de muestras, utilizando los otolitos enteros, por lo tanto se informan como edades promedios, las que se estiman a partir del grado de aumento de ^{210}Pb en los otolitos, asumiendo un valor inicial de la razón $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ igual a 0,05, que es el valor asumido generalmente en la bibliografía (Bennet *et al.*, 1982, Stewart *et al.*, 1995). La razón $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ varía entre 0,1599 y 0,2071 para los peces de menor longitud analizados (< a 60 cm) y 0,6447 y 0,7307 para los peces de mayor longitud 130 y 120 cm, respectivamente. Esto permite calcular edades que varían entre los 6 y 8 años para los peces más pequeños y 35 y 44 años para los más grandes.

Esto se puede apreciar más claramente en la Figura 64 donde se muestra la relación entre las edades radiométricas y la longitud total de los peces analizados. En general se aprecia que el segundo grupo de otolitos muestra edades mayores que el primero, aunque el patrón de edades tiende a ser comparables entre los dos grupos de muestras.

Por otra parte existe una gran diferencia entre las edades estimadas en los dos grupos de muestras analizados (Figura 65), lo cual es producto de las diferencias intrínsecas en el contenido de los radioisótopos medidos y las diferencias entre la masa de otolitos y las clases de tallas evaluadas, que determinan diferencias en las masas de material analizadas. No obstante esta situación hasta las longitudes cercanas a los 100-110 cm, las edades estimadas en ambos grupos de muestra son comparables. La mayor diferencia se da en la longitud mayor (130 cm) en que la edad estimada en el primer grupo (muestras A a la F) es de 35 años y en el segundo grupo (muestras I a V) la edad estimada es de 44 años. Estos valores máximos de edad obtenidos en estos dos grupos de muestras son comparables a los obtenidos por Horn (2002) para la población del bacalao (*Dissostichus eleginoides*) de Nueva Zelanda, quien estimó mediante lectura de anillos edades de 30 a 40 años para peces de 130 a 140 cm de longitud total.



5.4. OBJETIVO ESPECIFICO 3.4.4.

Describir el proceso de comercialización de las capturas de bacalao de profundidad en la zona de estudio.

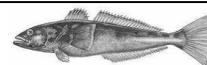
La información utilizada para describir el proceso de comercialización de las capturas de bacalao de profundidad en la zona de estudio, esto es VIII a XI Regiones, provino de cuatro fuentes principales:

- i) Encuestas aplicadas en playa a pescadores artesanales y compradores (tanto empresas como intermediarios).
- ii) Encuestas aplicadas en plantas procesadoras.
- iii) Seguimiento de la pesquería de bacalao de profundidad realizado por el Instituto de Fomento Pesquero.
- iv) Anuario Estadístico de Pesca 2001.

Referente a las fuentes de información antes mencionadas, debemos aclarar que la Oferta Técnica sólo comprometía la realización de encuestas en terreno como procedimiento para la recopilación de la misma. Sin embargo, durante el desarrollo de las actividades de campo se constató un alto grado de desconfianza por parte de pescadores, armadores, intermediarios y representantes de empresas en la entrega de dicha información. Por este motivo, se buscó fuentes de información complementarias a las encuestas en terreno; entre ellas encuestas a plantas procesadoras e información solicitada al Instituto de Fomento Pesquero sede central Valparaíso y Anuario Estadístico de Pesca (SERNAPESCA, 2001).

La calidad de la información recopilada a partir de las encuestas en terreno discrepó marcadamente entre los distintos puertos de desembarque y entre las embarcaciones artesanales de un mismo puerto, lo que dependió directamente de la disposición de los agentes encuestados. Por consiguiente, los resultados permiten describir el proceso de comercialización de bacalao de profundidad cualitativamente más que cuantitativamente.

Debido a que el bacalao de profundidad es una especie que se distribuye en áreas de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA), su explotación se encuentra fuertemente regulada, siendo condición necesaria para quien desembarque o comercialice



este recurso acompañar junto con la materia prima un Certificado de Desembarque y Control de Movimientos. Esto motivó a requerir información al Servicio Nacional de Pesca de las oficinas de Talcahuano, Lebu, Valdivia y Quellón.

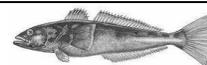
5.4.1. Información recogida con encuestas en terreno.

Uno de los principales puertos de operación que sirve de base para la pesca de bacalao de profundidad por parte de la flota artesanal en la VIII Región corresponde al Puerto de Lebu. En los años 2001 y 2002, 32 embarcaciones artesanales encuestadas se dedicaron a la extracción de bacalao de profundidad utilizando como aparejo de pesca espinel horizontal. El 77,8% de las embarcaciones entregaron su captura a intermediarios, mientras que el 22,2% restante lo hizo directamente a representantes de empresas procesadoras. Los armadores no quisieron proporcionar detalles respecto de los volúmenes de desembarque que entregan a intermediarios y/o a plantas procesadoras. En relación al tipo de acuerdo que existe entre armadores y compradores, en la totalidad de los casos es de tipo informal, esto es, sin contrato formal de compra o servicios.

Para el periodo de estudio, el kilo de bacalao de profundidad en playa en el puerto de Lebu se tranzó entre \$4.800 y \$5.200 durante la temporada alta y entre \$1.200 y \$1.700 durante la temporada baja. No fue especificado por parte de armadores ni intermediarios el lugar de procesamiento de la materia prima de bacalao de profundidad, ni el país final de destino del producto procesado. Sólo se indicó que la totalidad del producto era destinado al mercado internacional.

En la X Región los principales puertos de desembarque de bacalao de profundidad corresponden a Valdivia y Quellón. En el puerto de Valdivia se logró encuestar un total de 12 embarcaciones artesanales, de las cuales un 16,7% entregó su captura a intermediarios, 16,7% a plantas procesadoras y 66,7% a ambos tipos de compradores. Para el puerto de Quellón en tanto, se logró encuestar 26 embarcaciones artesanales que durante el periodo 2001-2002 se dedicaron a la pesca de bacalao de profundidad. La totalidad de las embarcaciones entregaron su captura a plantas procesadoras.

En el puerto de Valdivia el valor de bacalao de profundidad informado por los armadores artesanales fue sobre la base de dos calibres distintos, esto es, sobre y bajo los 5 kg de peso. Durante la

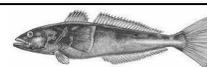


temporada alta el precio en playa se tranzó entre \$5.000 y \$6.200 por kilo para los calibres sobre 5 kg, y entre \$2.700 y \$4.200 por kilo para los calibres inferiores a 5 kg. En tanto que en temporada baja el precio en playa se tranzó entre \$1.700 y \$4.000 por kilo para los calibres sobre 5 kg y entre \$800 y \$2.800 por kilo para los calibres inferiores a 5 kg. Además, existe un valor de rechazo atribuido a ejemplares de muy bajo calibre (no especificado) y/o en condiciones “no óptimas”, el cual varió entre \$500 y \$1.000 por kilo. Al igual que en el caso de Lebu, los encuestados en el puerto de Valdivia no facilitaron la información de volumen de pesca desembarcado y entregado a los distintos compradores. Sólo se indicó que la totalidad del producto se destinó al mercado internacional. Además, el acuerdo entre armadores y compradores también es de tipo informal.

En el puerto de Quellón el precio de bacalao de profundidad en playa varió entre \$5.100 y \$6.100 por kilo en temporada alta, y entre \$3.700 y \$4.300 por kilo en temporada baja. Los encuestados no hicieron distinción en cuanto al valor de bacalao por distinto calibre y valor de rechazo.

En cuanto al destino de la pesca desembarcada en el puerto de Quellón (Figura 66), el 62% de los armadores artesanales vendieron su desembarque a la empresa Nanaimo (Nanaimo, Imp. y Exp. S.A.) localizada en la Región Metropolitana, la cual compró a cada armador un volumen de aproximadamente 80 toneladas mensuales durante la época de verano y 30 toneladas mensuales en la temporada de invierno. El 19% de los armadores entregó su desembarque a la empresa Empacadora del Pacífico Ltda. también ubicada en la Región Metropolitana, la cual compró volúmenes aproximados de 60 toneladas de materia prima mensual por armador en verano y 25 toneladas mensuales de materia prima por armador en invierno. Con inferiores volúmenes de compra, la empresa San Diego (San Diego, Exp. y Com. Ltda.), localizada en la V Región, compró 15 toneladas mensuales por armador de octubre a marzo al 15% de los armadores. Finalmente el 4% restante vendió su desembarque a la empresa Chile Sea Food, la cual compró 12 y 7 toneladas mensuales durante las temporadas de verano e invierno, respectivamente (Figura 66).

Respecto a los mercados de destino de los productos elaborados a partir de la materia prima desembarcada en el puerto de Quellón, las encuestas realizadas en playa indican que la empresa Nanaimo exporta bacalao de profundidad hacia Japón, cuyos calibres varían entre los 2 y 5 kg de peso como producto fresco-enfriado, mientras que los ejemplares superiores a 5 kg son exportados a Estados Unidos. Empacadora del Pacífico Ltda. exporta hacia Alemania sus productos derivados de



bacalao de profundidad. La empresa San Diego posee dos mercados de destino dependiendo del tipo de producto; hacia Estados Unidos exporta bacalao fresco-enfriado y hacia Brasil exporta bacalao congelado. El mercado exportador de la empresa Chile Sea Food no fue señalado por los encuestados.

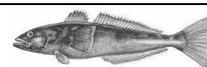
5.4.2. Información recogida con encuestas en plantas procesadoras.

La obtención de información concerniente al proceso de comercialización de bacalao de profundidad mediante la aplicación de encuestas en plantas procesadoras fue una actividad aún más difícil que la realizada a pescadores artesanales. Se logró realizar un total de 2 encuestas sólo gracias a que se contaba con contactos previos a la ejecución de este proyecto.

La primera encuesta se llevó a cabo en la planta procesadora perteneciente a la pesquera Baquerizo la cual opera en la localidad de Lota, VIII Región. En esta planta se procesó de 5 a 8 toneladas de bacalao de profundidad por mes el cual provenía principalmente del puerto de Quellón. Con los proveedores (armadores y/o intermediarios) existe un acuerdo de tipo informal. El precio de compra de la materia prima es dependiente del calibre; ejemplares sobre 8 libras (3,63 kg) se compran a \$3.200/kilo, ejemplares bajo 8 libras se adquieren a \$2.000/kilo, y en aquellos ejemplares en que se puede aprovechar sólo el 50% corporal debido a maltrato de la materia prima se compra a \$1.900/kilo, lo que se denomina valor de rechazo.

De la materia prima que ingresa a esta planta se obtienen los productos HG (Head and Gut), IQF (Individual Quick Frozen), cabezas en bloque, collares y mejillas. De estos productos únicamente el HG se vende fresco-enfriado, mientras que los productos restantes se comercializan congelados. El mercado de destino para estos productos es Europa. También fueron proporcionados los precios FOB (Free On Board) para cada uno de los productos de bacalao de profundidad, no obstante el encuestado solicitó que no fueran informados por considerarse información de carácter reservado.

La segunda encuesta se realizó en la planta Comelmar Ltda. ubicada en Frigoríficos Concepción, VIII Región. No se entregó información respecto de los volúmenes de materia prima procesada sino sólo su procedencia, la cual proviene principalmente de los puertos de Quellón, Lebu, San Vicente y

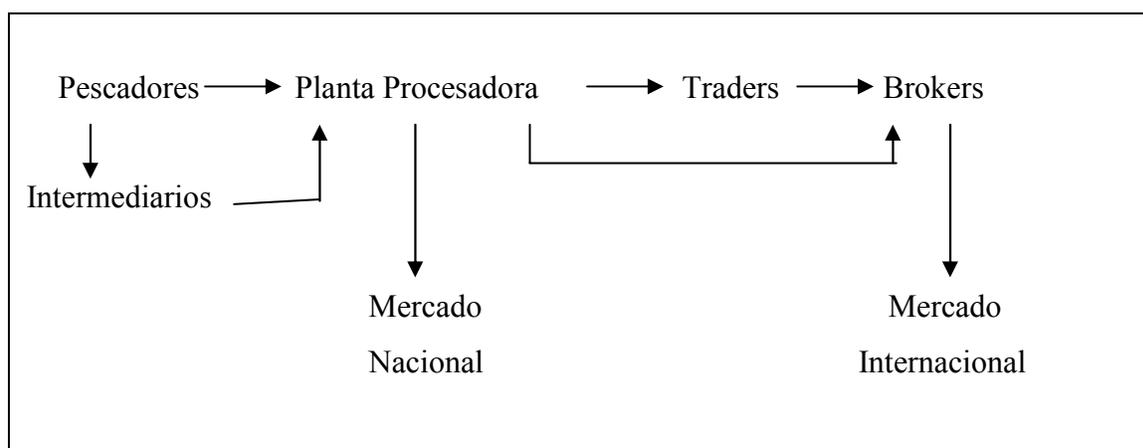


Constitución. La compra de bacalao es por calibre considerándose las categorías sobre y bajo 4 kg de peso eviscerado.

Independientemente del calibre que se compre se elaboran los productos HG, filete IQF e IWP, mejilla, collares o barbillas y cabezas. El producto HG se vende fresco-enfriado y el resto de los productos a la forma de congelados. A su vez, los productos HG y filete son exportados hacia Estados Unidos, mientras que los demás productos tienen como destino el mercado nacional.

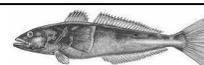
5.4.3. Canales de distribución del desembarque de bacalao de profundidad.

El proceso de comercialización de bacalao de profundidad se desarrolla a través de canales de distribución desde los pescadores artesanales hasta su destino final que es el procesamiento y el mercado. Tradicionalmente, la forma en como se establece la relación entre los diferentes canales de distribución puede ser observada en el siguiente esquema:



En la comercialización de bacalao de profundidad el proceso de venta se realiza en el extranjero, siendo la demanda externa la que regula los volúmenes y valores de venta con las plantas procesadoras. A su vez, las plantas procesadoras establecen acuerdos generalmente informales con armadores artesanales y/o intermediarios, con los que se pueden fijar determinados volúmenes de compra dependiendo de la época del año.

Por ejemplo, de acuerdo a la encuesta aplicada en la planta procesadora Comelmar Ltda., “...el comprador en Estados Unidos nos solicita le enviemos una determinada cantidad de producto

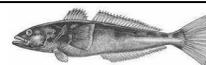


fresco-enfriado y/o congelado, y luego nosotros nos contactamos directamente con los armadores o a través de intermediarios para que nos vendan un determinado volumen de materia prima...”. El encuestado agrega que “...no podemos comprar todo el bacalao que se venda en playa para luego procesarlo y congelarlo, ya que el comprador en el extranjero privilegia un producto lo más fresco posible por el que paga más...”.

Considerando como base los desembarques de bacalao de profundidad producidos durante el año 2001 (SERNAPESCA, 2002), los antecedentes proporcionados por los agentes del sector encuestados en el puerto de Quellón son concordantes, ya que los mayores desembarques se produjeron en los meses de primavera-verano, esto es, de octubre a febrero (Figura 67). Mientras que los menores desembarques suceden en los meses de otoño-invierno, vale decir, de marzo a septiembre. Esta marcada estacionalidad no se observa en el caso de los desembarques registrados en los puertos de la VIII Región.

En cuanto al lugar donde la materia prima de bacalao de profundidad es procesada se tiene que un 55% del desembarque artesanal nacional que se procesa a la forma de producto fresco-enfriado (HG) se realiza en la Región Metropolitana y un 32% en la V Región (Figura 68). Mientras que en las regiones VIII y X bajo este concepto sólo se procesa 3 y 4%, respectivamente. En el caso de la materia prima procesada para productos congelados (filetes, mejilla, collares y cabezas), las regiones metropolitana y V también aportan con los mayores porcentajes en volumen, 45 y 19%, respectivamente, aún cuando aumentan los porcentajes en las regiones VIII y X (Figura 69).

Lo anterior concuerda con los antecedentes recopilados mediante encuestas en playa en el puerto de Quellón y en plantas procesadoras de la VIII Región, en el sentido que los mercados internacionales privilegian la compra de producto fresco-enfriado por sobre el congelado, razón por la cual el proceso de transformación de la materia prima debe ocurrir donde se produzca el menor tiempo entre la elaboración y el embarque aéreo para su transporte hacia el extranjero.



5.5. SOBREFERTA 1.

Caracterización genética de *D. eleginoides* y comparación de las poblaciones presentes entre la VIII y XI Regiones.

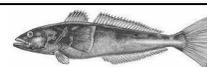
Debido a que se poseía información de estudios anteriores (Oyarzún & Galleguillos, 1996), donde se había obtenido la estandarización de los sistemas enzimáticos se procedió a recolectar muestras de tejido muscular de ejemplares de bacalao de profundidad. Además, como se contaba con información de los distintos tampones de corrida, los que fueron utilizados como base para los análisis incluyendo los restantes tampones con el objeto de corroborar la información precedente.

Para cumplir con el objetivo de esta etapa, se obtuvieron muestras de tejidos provenientes de la pesca artesanal del litoral de la Octava Región (Lebu), de la Zona de Valdivia, de la localidad de Quellón y de la pesquería industrial desembarcada en Puerto Williams (n=97, 59, 71 y 159 ejemplares, respectivamente), entre octubre de 2001 y octubre de 2002. Por el conocimiento acumulado y en la eventualidad que en el futuro hubiere que verificar en productos congelados, se trabajó sólo con tejido muscular.

El método utilizado para el análisis genético de las proteínas es el de la electroforesis en gel de almidón (Harris & Hopkinson, 1976). Luego de tomada las muestras (un trozo de músculo por individuo), fueron congeladas y mantenidas a -20°C, hasta el momento de ser procesadas. De cada muestra, se extrajo una porción de tejido que es macerado con la finalidad de liberar las enzimas. El paso siguiente consistió en poner un papel filtro en el sobrenadante para luego ser colocado en el gel de almidón, el gel es sometido durante varias horas a una corriente eléctrica. Por la acción de la corriente eléctrica cada proteína migrará en una dirección y a una velocidad que es dependiente de su carga eléctrica neta y de su tamaño molecular.

Se evidenciaron los productos enzimáticos de 10 sistemas que darían cuenta de 13 loci presuntivos, de los cuales 6 mostraron algún grado de polimorfismo.

En la Tabla 36 y 37 se presentan los sistemas polimórficos, los alelos presentes y los valores de las frecuencias génicas para las muestras analizadas. El objetivo de esta etapa fue verificar primero si

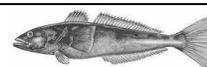


los sistemas analizados se presentaban en forma idéntica de expresión para las muestras de distinta proveniencia geográfica.

Todas las muestras analizadas mostraron los mismos patrones, evidenciando con ello que corresponde a una misma especie. En todos los sitios se encontraron los mismos sistemas monomórficos (invariables) y los mismos sistemas polimórficos (más de un alelo dentro de la misma población).

De lo anterior se puede establecer que las muestras provenientes de Lebu, Valdivia, Quellón y Puerto Williams, muestran una alta homogeneidad genética, tomando en consideración las distancias geográficas. Es necesario indicar si, que los tamaños muestrales no son los adecuados para afirmaciones concluyentes. En todo caso, los niveles de semejanza encontrados reflejan que existiría un flujo génico entre las distintas poblaciones consideradas.

La heterocigocidad observada (Tabla 38) muestra valores muy similares entre las distintas localidades, destacando la PGI-2 con un valor de 0,19 en todas las localidades excepto Pto. Williams donde no pudo ser analizada.



5.6. SOBREOFERTA 2.

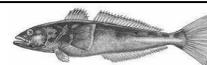
Análisis microscópicos para caracterizar el ciclo reproductivo de bacalao de profundidad.

Luego de extraídos, los ovarios fueron preservados en una solución neutralizada de formalina al 10% (en agua de mar) con su rótulo correspondiente. Después de un tiempo de mantenidas en la solución preservante, se les extrajo un trozo de su parte central para ser sometido posteriormente a la técnica histológica de inclusión en parafina sólida para su posterior corte con micrótopo. Cada ovario tratado fue clasificado histológicamente de acuerdo a la escala propuesta en la Tabla 39. En cada ovario se identifica la presencia o ausencia de las siguientes estructuras: ovocitos que no han comenzado la vitelogénesis; ovocitos que se encuentren en los primeros estados de la vitelogénesis; ovocitos en vitelogénesis avanzada; ovocitos maduros (vitelogénesis completa) (Ver Figuras 70 y 71).

Se procesaron las gónadas de un total de 658 hembras. De las cuales se obtuvieron 633 preparaciones para la caracterización histológica de los distintos estados de madurez microscópica de bacalao de profundidad. De las 633 preparaciones 200 correspondieron a Lebu, 168 a Valdivia y 265 a la localidad de Quellón (Tabla 40). Cabe destacar que en la Propuesta Técnica sólo se había prometido obtener 30 preparaciones mensuales en las 3 localidades lo que corresponde aproximadamente a 360 preparaciones totales, por lo que el número obtenido casi duplica lo comprometido.

En la Tabla 41 y Figura 72 se presenta la frecuencia porcentual de los distintos estados de madurez microscópica para hembras de *D. eleginoides* durante todo el período de muestreo. Se observa que en general la mayoría de las hembras presentaron estados de madurez 1 (38%) y 2 (52%), que corresponden a individuos inactivos y en previtelogénesis, respectivamente (Figura 72), con muy pocos individuos en los estados 3 (6%) y 4 (5%), que corresponden a los estados de vitelogénesis y maduros, respectivamente.

La evolución mensual de los distintos estado de madurez se presenta en la Figura 73, observándose que los estados 1 y 2 predominan durante todo el periodo con frecuencias superiores al 40% en casi todos los meses, destacando el periodo entre junio y octubre donde los estados 3 y 4 casi no

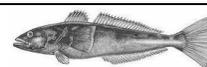


aparecen (Figura 73). Los estados más avanzados de madurez (3 y 4) se observan muy pobremente representados con frecuencias en general inferiores al 20%, destacando los meses entre enero y abril donde presentan los valores más altos (Figura 73).

Al agrupar aquellas hembras que presentaron los estados 3 y 4 se observa que la mayor frecuencia de individuos en estos estados se presenta entre los meses de enero y abril de 2001, durante los meses restantes la frecuencia de estos estados es muy baja o nula como entre julio y septiembre de 2002 (Figura 74). De lo anterior, se puede establecer que el periodo de máxima actividad reproductiva para el bacalao estaría centrado entre enero y abril.

Al separar las muestras por localidad (Figura 75a-c) se observa una situación similar a la del total, ya que en general en las tres localidades la predominancia es de individuos inmaduros o previtelogénicos, destaca la localidad de Quellón (Figura 75c) donde se observan individuos en estados 3 y 4 principalmente entre enero y abril, quedando las localidades de Lebu y Valdivia casi sin representación de estos estados (Figura 75a y b).

En resumen, las tres aproximaciones metodológicas utilizadas para analizar el comportamiento reproductivo del bacalao de profundidad son coincidentes, ya sea la utilización de las escalas macroscópicas como estimaciones numéricas de la masa gonadal y la obtención de mayor precisión con la herramienta de la histología.



5.7. SOBREFERTA 3.

Determinar la talla mediana (o modal) de madurez sexual del bacalao de profundidad en la zona de estudio, por sexo.

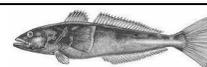
La información utilizada para la estimación de la talla mediana de madurez sexual de hembras y machos de bacalao de profundidad corresponde a la obtenida en los muestreos a bordo de embarcaciones artesanales que operaron en el área sur de la zona de estudio.

Tal como fue analizado en el Objetivo Específico 2, la variación mensual del Índice Gonadosomático (IGS) señala que sólo existió actividad reproductiva en los ejemplares de bacalao capturados entre los 45° y 51° de Latitud Sur, que corresponde al área donde opera la flota pesquera artesanal con puerto de desembarque en Quellón, mientras que en los ejemplares capturados en las áreas donde operan las embarcaciones artesanales de Lebu y Valdivia, no se observó actividad reproductiva. Además, el análisis microscópico de las gónadas de hembras de bacalao (Sobreoferta 2), identificó oocitos en vitelogénesis temprana, avanzada y completa, casi exclusivamente en las preparaciones histológicas de las muestras obtenidas en Quellón.

La estimación de la talla mediana (o modal) de madurez sexual de bacalao se realizó aplicando: a) Método del Incremento Relativo en el Índice Gonadosomático; b) Ajuste del modelo logístico de madurez linealizado; y, c) Ajuste del modelo logístico de madurez por máxima verosimilitud con estimación de intervalos de confianza de la talla mediana de madurez mediante técnicas de remuestreo.

5.7.1. Método del Incremento Relativo en el Índice Gonadosomático.

La aplicación del método del Incremento Relativo en el Índice Gonadosomático (IR.IGS) (Finucane & Collins, 1984 *fide* Padilla *et al.*, 1990) se llevó a cabo identificando el mayor incremento del IGS entre grupos de tallas consecutivos (Arancibia *et al.*, 1994) de 1 y 2 centímetros de longitud total. Para esto, se agrupó y promedió por clase de talla los valores del IGS, para ambos sexos por separado, utilizando la información obtenida durante el período de máxima actividad reproductiva.



El IR.IGS se define como:

$$IR.IGS = \frac{(IGS_{j+1} - IGS_j)}{IGS_j} * 100$$

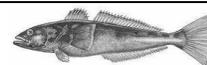
donde: IGS_{j+1} es el índice gonadosomático promedio de la clase de tamaño $j+1$; IGS_j es el índice gonadosomático promedio de la clase de tamaño j .

En hembras de bacalao la máxima actividad reproductiva se observó en los meses de marzo, abril y mayo de 2002, con un total de 117 ejemplares. El rango de tamaño de hembras de bacalao analizadas en este periodo estuvo comprendido entre 76 y 161 cm de longitud total (promedio = 111 cm; d.e. = 17 cm). En el caso de machos de bacalao, los mayores valores en el IGS se registraron durante abril y mayo de 2002, con un total de 45 ejemplares. El rango de tamaño de machos de bacalao analizados estuvo comprendido entre 85 y 130 cm de longitud total (promedio = 100 cm; d.e. = 11 cm).

La talla mediana de madurez sexual determinada por el IR.IGS varió en ambos sexos dependiendo del intervalo de clase elegido. Para el intervalo de clase de 1 cm de longitud total (LT), la talla estimada de hembras fue 121 cm de LT (Tabla 42), mientras que para el intervalo de clase de 2 cm de LT, la talla fue de 112 cm (Tabla 43). Para machos la talla mediana de madurez calculada con los intervalos de clase de 1 y 2 cm fue 96 y 108 cm de LT, respectivamente (Tabla 44 y 45).

5.7.2. Ajuste del modelo logístico de madurez linealizado.

Para la aplicación de este método se definió los estados de madurez inmaduro y maduro para hembras y machos de bacalao. En hembras se contó con información macro y microscópica de una escala de cuatro estadios, mientras que para machos se contó sólo con información macroscópica. Para ambos sexos la condición inmaduro correspondió a los estados de madurez I y II, y la condición maduro correspondió a los estados de madurez III y IV. La información utilizada corresponde a la registrada en el periodo de máxima actividad reproductiva. Para machos se consideró además la información obtenida durante el mes de mayo de 2002, debido a que no se



contó con ejemplares menores a 85 cm LT en los meses de máxima actividad reproductiva, lo que producía un mal ajuste de la ojiva de madurez linealizada.

Luego, para ambos sexos por separado, se construyó el vector con la variable longitud total (LT) con intervalo de clase de 4 cm. Para cada intervalo de clase se calculó la proporción de madurez (P_{LT}) como el cociente entre el número de individuos maduros y el número total de individuos inmaduros y maduros. La información generada (intervalo de clase y proporción de madurez) fue ajustada a la expresión:

$$P_{LT} = \frac{1}{1 + e^{a+b*LT}}$$

donde: P_{LT} es la proporción de peces sexualmente maduros; LT es la longitud total (talla) en centímetros; a y b son los parámetros de intercepto y pendiente de la ojiva de madurez, respectivamente.

El ajuste del modelo logístico se realizó linealizando la expresión anterior, obteniéndose la expresión:

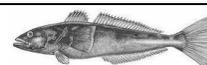
$$\ln\left(\frac{P_{LT}}{1 - P_{LT}}\right) = a + b * LT$$

El cálculo de la talla a cualquier proporción de madurez ($l_{p\%}$) esta definido por:

$$l_{p\%} = \frac{1}{b} \ln\left[\frac{1}{P_{LT}} - 1\right] - \frac{a}{b}$$

Luego, para el cálculo de la talla mediana de madurez sexual se utilizó el criterio del 50% ($l_{50\%}$). Entonces, si se reemplaza P_{LT} por 0,5 en la expresión anterior, se tiene que $l_{50\%}$ queda definido por – (a/b).

La estimación de la talla mediana de madurez sexual para hembras de bacalao, utilizando como criterio el 50% de madurez sexual ($l_{50\%}$), se realizó con tres set de datos: a) definición macroscópica



(n = 117), b) definición microscópica (n = 50), y c) definición macroscópica corregida con los datos microscópicos (n = 117). Para machos $l_{50\%}$ fue estimada sólo con el set de datos macroscópicos (n = 88).

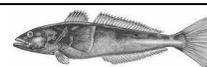
Los resultados del ajuste de la proporción de madurez a la talla para hembras de bacalao al modelo logístico linealizado se resumen en la Tabla 46. El mayor coeficiente de determinación (r^2) se obtuvo con la información microscópica ($r^2 = 0,51$), en comparación al obtenido con la información macroscópica con y sin corrección ($r^2 = 0,42$ y $0,49$, respectivamente). Sin embargo, la ojiva de madurez construída a partir de los parámetros del modelo de madurez linealizado (a y b) con la información microscópica no fue adecuada (Figura 76B), pero sí la ojiva de madurez construída con los set de datos macroscópico sin y con corrección (Figuras 76A y 76C). Luego, $l_{50\%}$ para hembras de bacalao fue 118 cm de LT con la información macroscópica, 111 cm con la información microscópica, y 119 cm con la información macroscópica corregida por el análisis microscópico (Tabla 46).

La talla mediana de madurez sexual estimada para machos de bacalao mediante este procedimiento fue 87 cm de LT (Tabla 47), con un coeficiente de determinación del modelo logístico linealizado igual a 0,69. La ojiva de madurez construída a partir de los parámetros del modelo de madurez linealizado (a y b) se observa en la Figura 77.

5.7.3. Ajuste del modelo logístico de madurez por máxima verosimilitud con estimación de intervalos de confianza de la talla mediana de madurez mediante técnicas de remuestreo.

Al igual que en el procedimiento anterior, este método estima la talla de madurez sexual utilizando como información la proporción de madurez a la talla. A diferencia del mismo, la estimación de los parámetros no se realiza linealizando la función de madurez sino que minimizando el negativo del logaritmo de la función de verosimilitud (Roa *et al.*, 1999), cuya expresión es:

$$-\ell(\alpha, \beta_0, \beta_1) = -C \sum_1 [(h_1) \ln(P(l)) + (n_1 - h_1) \ln(1 - P(l))]$$



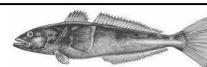
donde: $P(l)$ es la proporción de madurez a la talla l ; α , β_0 y β_1 son los parámetros de asíntota (se asume igual a 1), intercepto y pendiente de la ojiva de madurez, respectivamente; h es el número de individuos maduros; n es el tamaño muestral; C es una constante que no afecta la estimación.

Dada la naturaleza no lineal de la función logística de madurez, el mínimo de la función de verosimilitud se encuentra por un algoritmo de iteración (Quasi-Newton). Los parámetros estimados por la función de verosimilitud son los estimados de máxima verosimilitud (MLE = maximum likelihood estimates). Se determina, además, la matriz de covarianza que representa la incerteza asociada a los MLE. Al igual que en el procedimiento anterior, para el cálculo de la talla mediana de madurez sexual se utilizó el criterio del 50% ($l_{50\%}$).

Luego, se utilizó remuestreo Monte Carlo (con el algoritmo MATSIM) de los estimadores de los parámetros de madurez (β_0 y β_1) junto con su distribución de probabilidad asíntótica y matriz de covarianza, para generar la distribución de probabilidad del estadístico derivado $l_{50\%}$ (Roa *et al.*, 1999). A partir de la distribución de probabilidad de $l_{50\%}$, su intervalo de confianza fue obtenido por el método percentil. Los límites del intervalo de confianza están definidos por los valores en las posiciones $N_{MC}(\alpha/2)$ y $N_{MC}(1-(\alpha/2))$, donde N_{MC} es el número de ensayos Monte Carlo. El número de ensayos Monte Carlo realizados para determinar el intervalo de confianza de $l_{50\%}$ fue 5.000. Además, se determinó el intervalo de confianza para las tallas donde se alcanzó los porcentajes de madurez del 10, 20, 30, 40, 60, 70, 80 y 90%.

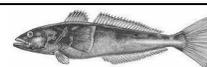
Desde el punto de vista macroscópico, la talla mediana de madurez sexual ($l_{50\%}$) estimada para las hembras de bacalao capturadas en la época de máxima actividad reproductiva fue 116 cm de LT (Tabla 48). Un menor valor de $l_{50\%}$ igual a 113 cm de LT, fue obtenido utilizando la información de madurez sexual generada mediante observación microscópica. Por otro lado, la estimación de $l_{50\%}$ con la información macroscópica corregida no varió de la generada con la información macroscópica sin corrección ($l_{50\%} = 117$ cm) (Tabla 48).

El error estándar de los parámetros β_0 y β_1 de la ojiva de madurez estimados con la información microscópica fue levemente menor al obtenido con la información macroscópica con y sin corrección (Tabla 48). Esto se tradujo en un intervalo de confianza más preciso con la información microscópica, tanto para la estimación de la talla mediana de madurez como de las demás



proporciones de madurez a la talla (Figura 78B). Además, los intervalos de confianza para las tallas a distintas proporciones de madurez estimados con la información microscópica se encuentran más centrados en torno a la ojiva de madurez en comparación a los intervalos de confianza estimados con la información macroscópica sin y con corrección (Figuras 78A y 78C).

La talla de madurez sexual del 50% ($l_{50\%}$) estimada para machos de bacalao fue 87 cm de LT (Tabla 49). El intervalo de confianza de $l_{50\%}$ cubrió el rango de 78 a 94 cm. La ojiva de madurez construida a partir de los parámetros del modelo de madurez (β_0 y β_1) se observa en la Figura 79. La mayor parte de los intervalos de confianza determinados para las distintas proporciones de madurez a la talla se presentan desplazados en torno a la ojiva de madurez.



5.8. SOBREFERTA 4.

Analizar el contenido estomacal de bacalao de profundidad en la zona de estudio.

5.8.1. Análisis de las muestras

Los ítemes presa encontrados fueron fijados en formalina (10%) y mantenidos en etanol (80%). La identificación, separación y cuantificación de los contenidos estomacales se realizó con la utilización de lupa y balanza (0,01 g de precisión).

5.8.2. Análisis de los datos

El análisis dietario se realizó usando como base, los siguientes métodos e índices:

Numérico “%N”: Porcentaje del número de individuos de un determinado ítem en cada uno de los estómagos, respecto al número total de presas de todas las categorías (Hynes, 1950).

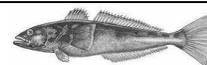
Gravimétrico “%P”: Porcentaje del peso de los individuos de un determinado ítem en cada uno de los estómagos, respecto al peso total de presas de todas las categorías (Hynes, 1950).

Frecuencia “%F”: Número de estómagos que contienen un ítem presa en particular, como un porcentaje del número total de estómagos examinados (Berg, 1979).

Índice de importancia relativa “IIR”(%) : Que incorpora los métodos numérico, gravimétrico y de frecuencia; en dónde el “IIR” es igual a la suma del porcentaje en peso y número de cada tipo de presa, multiplicado por su frecuencia de ocurrencia en los estómagos analizados (Pinkas *et al.*, 1971).

El análisis de la diversidad trófica se realizó por medio del:

- Índice de heterogeneidad de Shannon–Wiener:



$$(H' = -\sum^S p_i \ln p_i).$$

- Índice de equidad de Pielou

$$(J' = H' / \ln S).$$

Donde:

S = número de taxa-presa

p_i = % peso i-ésimo taxa-presa.

El análisis de la semejanza entre las dietas de los diferentes grupos de talla, estaciones y lugares de muestreo se realizó usando el coeficiente de correlación de Rangos de Spearman (r_s) (Zar, 1996). Los valores de p mayores que 0,05 serán considerados como indicadores de dietas diferentes mientras que probabilidades menores se considerarán como indicadores de similitud. Desde 0,05 a 0,01 la dieta será considerada como similar; para probabilidades menores que 0,01 como muy similar; y para probabilidades menores que 0,001 prácticamente idénticas (Zar, 1996). El análisis se llevó a cabo en el programa estadístico Statistica ® versión 5,0.

Para la identificación de grupos tróficos, se dividió arbitrariamente el rango de tamaños registrados en las capturas, en tres grupos de especímenes de igual rango de tallas (29–30 cm) de acuerdo a la Tabla 50.

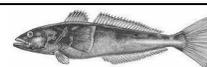
5.8.3. Espectro trófico general y variación geográfica (latitudinal).

Se revisaron 1.583 estómagos, de los cuales 201 presentaron contenido (12,7%). Estos correspondían a 74 especímenes macho y 127 hembras. La dieta de *D. eleginoides*, en las zonas de estudio incluye al menos 20 tipos de ítemes-presa animales (Tabla 51). Existen diferencias estadísticamente significativas entre la dieta de Quellón, respecto a las de Valdivia y Lebu ($P > 0,05$). No se encontraron diferencias significativas entre las dietas de Valdivia y Lebu ($P = 0,016$).

5.8.4. Variación ontogenética y estacional por área geográfica.

Lebu

Se revisaron 417 estómagos, de los cuales 71 presentaron contenido (17 %). El espectro trófico de los peces capturados en esta área, estuvo compuesto, por al menos 12 taxa animales (Tabla 52). No



se encontró diferencias significativas entre las dietas de primavera/verano y otoño/invierno ($P=0.01$). Se evidenció diferencias en la dieta de los animales de mayor tamaño (G3) ($P > 0,5$).

Valdivia

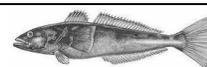
Se revisaron 482 estómagos, de los cuales 49 presentaron contenido (10,2 %). El espectro trófico de los peces capturados en esta área, estuvo compuesto, por al menos 11 taxa animales (Tabla 53). Se encontró diferencias significativas entre las dietas de primavera/verano y otoño/invierno ($P=0,07$). También se encontraron diferencias entre grupos ($P > 0,05$).

Quellón

Se revisaron 684 estómagos, de los cuales 81 presentaron contenido (11,8 %). El espectro trófico de los peces capturados en esta área, estuvo compuesto por al menos 12 taxa animales (Tabla 54). No existió diferencia significativa entre la dieta primavera/verano y otoño/invierno, ni entre grupos ($P < 0,05$).

5.8.5. Diversidad alimentaria

En términos generales puede observarse que existe una baja heterogeneidad y una uniformidad trófica intermedia, en las tres áreas en estudio (Tabla 55), lo cual según el criterio de Berg (1979) indicaría un comportamiento trófico tendiente a la estenofagia.



5.9. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA 1.

Parásitos Metazoos del estómago de bacalao de profundidad del centro y sur de Chile.

5.9.1. Area de estudio

La zona de estudio comprende el litoral de las VIII y XI regiones. Existen dos áreas de origen de los peces analizados cuyos puntos de desembarque son Lebu y Quellón.

5.9.2. Obtención de las muestras

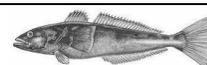
La obtención de muestras es aleatoria y mensual desde los dos puntos de desembarque. Las muestras, en el caso del análisis por mensualidad, se han ordenado en cuatro grupos correspondientes a las cuatro estaciones. Así, las muestras de octubre, noviembre y diciembre de 2001 corresponden a la estación primavera; las muestras de enero, febrero y marzo (2002) a la estación de verano; las muestras de abril, mayo y junio (2002) a la estación de otoño; las muestras de julio, agosto y septiembre (2002) a la estación de invierno. El número de muestras analizadas asciende a 212 ejemplares.

5.9.3. Análisis de las muestras en laboratorio

Las muestras de estómago han sido analizadas para la búsqueda de metazoos endoparásitos. Bacterias, virus, hongos, ectoparásitos y protozoos endoparásitos no se han considerado en este estudio.

Cada muestra se disecó y su contenido se tamizó por la acción de chorro de agua potable en un cilindro plástico cuyo fondo contiene una malla de 0,50 de luz, para separar contenido alimentario y permitir la pesquisa de parásitos en el material retenido mediante estereomicroscopio (40x).

Los parásitos fueron cuantificados y registrados por pez en un cuaderno de registro. Por último, éstos se fijaron en formalina al 10% y alcohol 70°, para su ulterior depósito en frascos de vidrio rotulados.



Para la visualización de estructuras internas, los nemátodos fueron aclarados con Lactofenol de Amman o Glicerina y los digeneos, acantocéfalos y céstodos serán teñidos con Carmín Clorhídrico.

5.9.4. Análisis parasitológico

La identificación de los parásitos se realizó mediante la consulta de textos clásicos tales como Yamaguti (1959) para los céstodos, Yamaguti (1963) para los acantocéfalos, Gibson & Bray (1979, 1986) & Schell (1970) para los tremátodos, y Smith & Wooten (1978) para los nemátodos, además de literatura con descripciones específicas.

5.9.5. Terminología empleada

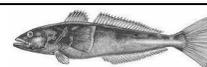
Para la caracterización ecológica del parasitismo se están realizando análisis de descriptores cuantitativos de la magnitud del parasitismo tales como la prevalencia (porcentaje de hospederos parasitados por una especie en la muestra) e intensidad (número de individuos parásitos por hospedador parasitado), de acuerdo a Bush *et al.* (1997).

5.9.6. Taxonomía de los parásitos estomacales de *Dissostichus eleginoides*

Todas las muestras analizadas presentan algún grado de parasitismo. Los parásitos en fase de identificación, se señalan en la Tabla 55, clasificada según el criterio de Atías (1998). Además se cuenta con un parásito ubicado en submucosa y mesenterio estomacal y estados larvales presentes en la submucosa estomacal, cuya determinación está en proceso.

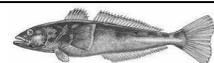
5.9.7. Análisis cuantitativo de los datos

Las especies son individualizadas por los números expuestos en la Tabla 56. La Prevalencia de parásitos recolectados e Intensidad son entregados en las Tablas 57 y 58, respectivamente.



5.9.8. Análisis de diferencias entre zonas

Las muestras se recibieron mensualmente y fueron ordenadas, según la fecha de captura, en cuatro categorías que corresponden a las cuatro estaciones. En las Tablas 59 a 62 se presentan los resultados por zona de acuerdo a prevalencia e intensidad de infección para las localidades de Lebu y Quellón.



5.10. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA 2.

Estimación de la mortalidad natural de bacalao de profundidad.

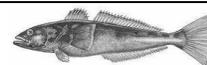
La pesquería de bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) que se desarrolla en Chile es básicamente sustentada por el sector artesanal, particularmente al norte de los 47°S. En la zona centro-sur (33°-42°S), los principales puertos de desembarque son San Antonio, Constitución, San Vicente, Lebu, Valdivia, y Quellón. En la zona norte, destacan Iquique, Antofagasta y Caldera.

Un parámetro importante para evaluar el stock de bacalao lo constituye la tasa de mortalidad natural (M). Yáñez & Pizarro (1984) utilizan valores de 0,1 a 0,2 año⁻¹, sobre la base de estimaciones realizadas con métodos empíricos. Al sur del 47° S, Zuleta & Moreno (1992) comunican $M = 0,15$ año⁻¹ a partir de datos de captura por edad, valor que continua siendo utilizado (Zuleta *et al.*, FIP 96-41), aunque los últimos autores sensibilizaron su evaluación considerando también $M = 0,2$ año⁻¹. En el Atlántico Sur, Shust *et al.* (1990) presenta valores de 0,16 y 0,18 año⁻¹ para la población de las Islas Georgia del Sur, Moreno & Rubilar (1992) señalan una estimación de $M = 0,14 \pm 0,03$. En las Islas Malvinas, Des Clers *et al.* (1996) utilizan $M=0,1$ año⁻¹ para evaluar el stock de bacalao mediante el método de DeLury.

Por lo general las estimaciones de M son muy poco precisas cuando se utilizan métodos empíricos, particularmente debido al error de predicción (Cubillos *et al.*, 1999). Sin embargo, en el caso del bacalao de profundidad no se ha evaluado la precisión de las estimaciones de M . En este trabajo, se evalúa la precisión de las estimaciones de M siguiendo la metodología de Cubillos *et al.* (1999), que consiste en estimar la varianza de M utilizando bootstrap paramétrico.

5.10.1. Métodos empíricos.

La aplicación de los métodos se basará en Cubillos *et al.* (1999), considerando las fuentes de incertidumbre asociada a los datos de entrada a los modelos empíricos, así como el error de predicción que proviene de los modelos utilizados.



- Rickter & Efanov (1976):

Rickter y Efanov (1976) muestran una relación entre M (mortalidad natural) y la edad promedio de madurez sexual (Tm_{50}). La expresión es la siguiente:

$$M = \left(\frac{1,521}{Tm_{50}^{0,72}} \right) - 0,155$$

Al analizar la literatura, se ha comunicado que la talla de primera madurez sexual del bacalao de profundidad podría fluctuar entre 80 y 115 cm de longitud total en el caso de las hembras, mientras que en los machos podría ocurrir entre los 75 y 100 cm (Zuleta *et al.*, FIP 96-41). Young *et al.* (1999) señala que en la mayoría de los casos, la maduración de las hembras ocurre entre los 90 y 100 cm citando a Zhivov & Krivoruchko (1990). La talla de primera madurez sexual corresponde a la longitud en que el 50% de las hembras están maduras. Una vez obtenida la longitud de madurez, se calculó la edad promedio de madurez con el modelo de crecimiento de von Bertalanffy, i.e.

$$Tm_{50} = t_0 - \frac{1}{K} \ln \left(1 - \frac{Lm_{50}}{L_{\infty}} \right)$$

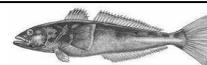
donde t_0 , K , y L_{∞} son los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy, los cuales se obtuvieron de la literatura (Tabla 63).

- Método de Pauly (1980):

Pauly (1980) encontró una relación entre M , K (coeficiente de crecimiento), L_{∞} (longitud asintótica, cm LT) y T (temperatura anual promedio del hábitat, en grados celcius) a partir de datos compilados de 175 stocks de peces. El modelo de empírico es:

$$\log_{10}(M) = -0,0066 - 0,279 \log_{10}(L_{\infty}) + 0,6543 \log_{10}(K) + 0,4634 \log_{10}(T)$$

Para aplicar este método se consideró los parámetros de ambos sexos (Tabla 64) y una temperatura promedio anual de 8°C. Sin embargo, en el proceso de estimación de varianza, se consideró una distribución uniforme para la temperatura entre un valor mínimo de 3°C y un máximo de 10°C.



- Método de Alverson & Carney (1975):

Alverson & Carney (1975) plantean la siguiente ecuación para estimar la edad de máxima biomasa (t^*) de una cohorte o edad crítica, i.e.

$$t^* = t_0 + \frac{1}{K} \ln \left[\frac{3K}{M} + 1 \right]$$

si t_0 es ignorado,

$$t^* = \frac{1}{K} \ln \left[\frac{3K}{M} + 1 \right]$$

a partir de la cual se puede obtener:

$$M = \frac{3K}{(\exp(Kt^*) - 1)}$$

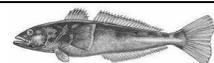
donde la constante 3 corresponde al exponente isométrico de la relación longitud-peso ($b = 3$); K y t_0 son parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy.

Alverson & Carney (1975) recomiendan utilizar $t^* = 0,38 \times T_{max}$, donde T_{max} es la edad máxima observada de la especie. En este trabajo se utiliza el enfoque de Cubillos (2003), el cual consiste en estimar el promedio de la razón entre la talla crítica y longitud asintótica a partir de un grupo de especies cercanas utilizando los datos (L_∞ , K , y M). Para ello se utilizó los datos comunicados por Pauly (1980), y se estimó la razón:

$$\omega = \frac{L^*}{L_\infty} = (1 - \exp(-Kt^*))$$

El valor promedio de esta razón fue $\bar{\omega} = 0,62$ (CV = 0,22), y puede ser utilizado para determinar M , a través de la siguiente ecuación:

$$M = \frac{3K(1 - \bar{\omega})}{\bar{\omega}}$$



- Método de Hoening (1983):

Hoening (1983) encuentra una relación empírica entre la tasa de mortalidad total (Z) y la edad máxima observada (T_{max}) de varias especies de peces, moluscos y cetáceos. Muchos de los datos pertenecen a stocks inexplorados o levemente explotados de tal manera que $Z \approx M$. El modelo de regresión es:

$$\ln(Z) = 1,44 - 0,982 * \ln(T_{max})$$

donde Z y T_{max} han sido previamente definidos. Una alternativa a T_{max} , que representa la edad máxima observada, es contar con un estimador de la longevidad máxima esperada utilizando el método de Taylor (1960), quien supone que la edad máxima teórica (t_M) ocurre cuando el 95% la cohorte alcanza la longitud asintótica, i.e.

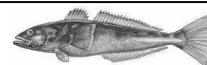
$$t_M = t_0 + \frac{3}{K}$$

donde t_0 y K son parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy. En este trabajo, se utilizó t_M como estimador de T_{max} .

- Procedimiento para estimar la varianza:

La base para el procedimiento sugerido aquí es un tipo de remuestreo bootstrap paramétrico de Efron (1985), que se evalúa numéricamente por medio del enfoque Monte Carlo. Para este procedimiento, un número de valores alternativos e igualmente probables de M (M_R) se generan usando una forma paramétrica de la distribución del error, donde $R=1,2,\dots, R_{max}$ y R_{max} es el número relativamente grande (≥ 100). En este estudio se consideró $R_{max}=3000$ para cada modelo empírico. La estimación de la varianza asociada con este bootstrap paramétrico (BP) es entonces:

$$\hat{V}AR_{BP}(M) = \frac{\sum_{R=1}^{R_{max}} (M_R - \bar{M}_{BP})^2}{R_{max} - 1}$$



donde

$$\bar{M}_{BP} = \frac{\sum_{R=1}^{Rmax} M_R}{Rmax}$$

Luego, los límites de confianza se obtienen con un método percentil, lo cual involucra ordenar el conjunto de valores alternativos de M (M_R : $R=1, 2, \dots, R_{max}$).

Para implementar el método de estimación de varianza, se analizó la correlación entre los parámetros de crecimiento y el error estándar de los mismos. Para ello, se estableció la correlación entre K y el logaritmo natural de L_∞ , y entre t_0 y el logaritmo natural de L_∞ . Para incorporar la autocorrelación entre los parámetros se utilizó la siguiente aproximación lineal:

$$Y_i = a + bX_i$$

conociendo que:

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

y que:

$$b = r_{y,x} \frac{s_y}{s_x}$$

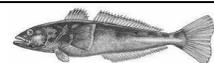
Al reemplazar estas ecuaciones en la ecuación lineal se tiene que:

$$Y_i = \bar{Y} + r_{y,x} \frac{s_y}{s_x} [X_i - \bar{X}]$$

Por lo tanto, esta expresión se utilizó para la implementación de la correlación entre los parámetros del bootstrap, los valores alternativos e igualmente probables de K y t_0 se hicieron depender del logaritmo de L_∞ . Los valores alternativos e igualmente probables de este último parámetro se realizó según:

$$X_R^* = \bar{X} + s_x Z_{0,1}$$

donde X_R^* son valores alternativos e igualmente probables de X ($= \ln L_\infty$), \bar{X} es el promedio, s_x es el error estándar del parámetro y $Z_{0,1}$ es una variable aleatoria distribuida normal con media cero y



varianza igual a la unidad. En el caso de la talla de primera madurez sexual se consideró una distribución uniforme y también en el caso de la temperatura promedio del hábitat.

El error de predicción se incorporó según los supuestos de Cubillos *et al.* (1999) para los modelos empíricos utilizados por ellos. En el caso del modelo de Alverson & Carney, el error de predicción consistió en evaluar valores alternativos e igualmente probables para la razón ω , considerando un CV=22% (Cubillos, 2003).

- Método analítico de Chen & Watanabe (1989).

Chen & Watanabe (1989) desarrollan una aproximación analítica para determinar la mortalidad natural, inclusive por grupos de edad. Ellos dividen la mortalidad natural en tres fases: inicial, mortalidad estable y mortalidad senescente, lo que se relaciona inversamente con tres fases de crecimiento: temprano, crecimiento estable, y senescente. De acuerdo con esta correspondencia, la mortalidad natural edad-específica, $M(t)$, se asume inversamente proporcional al crecimiento, $G(t)$. Así,

$$M(t) = \frac{C}{G(t)}$$

donde $G(t)$ es representado por:

$$G(t) = \begin{cases} 1 - \exp(-K(t - t_0)), & t \leq t_m \\ a_0 + a_1(t - t_m) + a_2(t - t_m)^2, & t \geq t_m \end{cases}$$

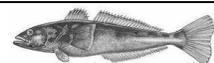
donde:

$$\begin{cases} a_0 = 1 - \exp(-K(t_m - t_0)) \\ a_1 = K \exp(-K(t_m - t_0)) \\ a_2 = -0,5K^2 \exp(-K(t_m - t_0)) \end{cases}$$

y

$$t_m = -(1/K) \ln(1 - \exp(Kt_0)) + t_0$$

donde t_m representa la edad de esperanza reproductiva, mientras que las constante K y t_0 se refieren a parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy. En la sentencia inicial, la constante C es una constante proporcional. Teóricamente, se puede asumir que $C=K$, y la estimación de la mortalidad natural por grupos de edad se reduce a las siguientes ecuaciones:



$$M(t) = \frac{K}{G(t)},$$

ó

$$M(t) = \begin{cases} K / (1 - \exp(-K(t - t_0))), & t \leq t_m \\ K / (a_0 + a_1(t - t_m) + a_a(t - t_m)^2), & t \geq t_m \end{cases}$$

Esta es la ecuación fundamental para estimar la mortalidad natural edad-específica. Esta ecuación se utilizará para analizar valores más probables de M, promediando M(t) entre un rango de edades en que se pueda asumir permanece constante. Se utilizó los parámetros de crecimiento en longitud de ambos sexos de bacalao de profundidad (Tabla 63), para obtener estimaciones edad-específica de M.

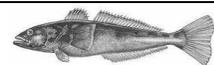
Los parámetros de crecimiento disponibles para ambos sexos de bacalao de profundidad describen un crecimiento en longitud con una mayor variación de la longitud a la edad hacia edades avanzadas (Figura 80). Los parámetros, sin embargo, están muy correlacionados con el logaritmo natural de la longitud asintótica (Tabla 64).

Se destaca que para transformar de la escala logarítmica se utilizó la corrección por sesgo $\exp(s^2/2)$. En este contexto, la longitud asintótica promedio fue 193,3 cm LT.

a) Estimación de M con métodos empíricos.

El resumen estadístico de los 3.000 valores alternativos e igualmente probables de M considerando tanto la incertidumbre en los parámetros de entrada como los errores de predicción en cada modelo empírico de estimación se resumen en la Tabla 65. Al considerar el error en los parámetros de entrada se aprecia que el modelo de Rickter & Efanov genera el mayor coeficiente de variación (CV=22,3%), seguido por el modelo de Pauly, el cual a su vez genera un estimado promedio de $M = 0,10 \text{ año}^{-1}$ con intervalos de confianza de 0,07 a 0,12. Los modelos más precisos fueron los de Hoening y Alverson & Carney.

Al incorporar el error de predicción, se obtiene un nivel de incertidumbre similar con todos los modelos; esto es, coeficientes de variación del orden del 40 a 62%. Las medidas de tendencia central, no obstante, tienden a mantenerse. La mediana es exactamente igual ya sea al incorporar o

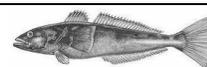


no el error de predicción, pero los límites de confianza se amplían considerablemente en relación con la incertidumbre de los parámetros de entrada.

Se destaca que cuando se considera el error en los parámetros de entrada, la distribución de frecuencia de los valores alternativos e igualmente probables tienden a seguir la distribución del error de los parámetros de entrada. Por ejemplo, para el método de Rickter & Efanov (1976) se consideró una distribución uniforme para la talla de primera madurez sexual. Esta distribución uniforme se traspa a los valores alternativos e igualmente probables de M (Figura 81), a pesar que la talla se transforma a edad con el error correlacionado de los parámetros de crecimiento. Sin embargo, al incorporar el error de predicción los 3.000 valores de M tienden a distribuirse normal (Figura 81), mientras que en el caso de los modelos de Pauly, Hoening, y Alverson & Carney aparece una distribución del tipo log-normal.

b) Estimación analítica

El método de Chen & Watanabe permite realizar una estimación analítica de la mortalidad natural por clases de edad. Las estimaciones resultantes de utilizar los parámetros de crecimiento en que $t_0 < 0$, se presentan en la Tabla 66, mientras que el promedio y los límites de confianza se presentan en la Figura 82. El valor promedio de M en el rango de edades 0–50 años fue estimada en $0,14 \text{ año}^{-1}$, valor que es consistente con aquellos estimados por los modelos empíricos.



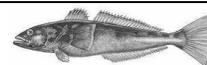
5.11. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA 3.

Fauna asociada a la pesquería artesanal del bacalao de profundidad (*dissostichus eleginoides*) en el área de pesca de Lebu.

La expresión fauna acompañante se refiere a todos los organismos (Peces, Crustáceos, Moluscos, Mamíferos, etc.) incidentalmente capturados durante las operaciones de pesca tradicional. Se calcula que de esta pesca incidental se descartan anualmente de 5 a 16 x 10⁶ toneladas, lo cual constituye un ejemplo verdaderamente colosal de pérdidas post-recolección (FAO, 1981). Los estudios evaluativos a nivel mundial sobre el volumen de la pesca acompañante, presentan ciertas complicaciones en los procedimientos para obtener los cálculos precisos de la pérdida postcosecha, esto debido principalmente a la gran variación de los volúmenes observados no solamente por regiones sino también por estaciones o campañas dentro de zonas específicas. Actualmente, la preocupación sobre esta fauna recibe gran atención debido al impacto que se ha producido en algunas poblaciones (Koslow *et al.*, 2000; Stevens *et al.*, 2000). Igualmente, este interés ha sido potencializado por la creciente demanda de alimento que presenta la población humana, especialmente en países en vías de desarrollo. Esta demanda tendrá que satisfacerse mediante una expansión de las actividades acuícolas y el uso de las capturas sin intención que después son devueltas al mar. En ese contexto se han venido desarrollando nuevas tecnologías para la pesca selectiva y utilización de las poblaciones capturadas incidentalmente.

Los estudios pesqueros realizados en Chile, en general están dirigidos principalmente a la especie objetivo, en contados casos se avanza en el conocimiento de esta fauna acompañante, perdiendo así información valiosa sobre las diferentes comunidades acuáticas de la costa chilena. El impulso para estas nuevas investigaciones y evaluación de estos recursos descartados, es desprendido de la situación crítica por la que atraviesan varias de las pesquerías tradicionales del país (Arancibia *et al.*, 2000), y en donde como alternativa se considera necesario realizar también una serie de estudios tendientes a identificar recursos alternativos o complementarios, que pudiesen sustentar una actividad extractiva rentable (Arancibia *et al.*, 2000).

Aunque la pesquería del bacalao de profundidad (*D. eleginoides*), es realizada mediante espinel de profundidad, arte que presenta un mayor porcentaje en la selectividad de la especie objetivo (comparada con el arte de arrastre por ejemplo), en ésta igualmente se capturan una gran cantidad de



organismos, que en muchos casos, como el pejerata, son importante tanto en número como en biomasa constituyendo una posible alternativa pesquera (Oyarzún *et al.*, 1990).

Como una forma de contribuir al conocimiento, conservación y manejo de la fauna acompañante en la pesquería artesanal del bacalao de profundidad se evaluó la composición de la captura incidental obtenida durante la ejecución del presente proyecto.

5.11.1. Metodología

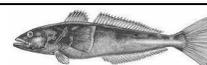
La toma de la data se realizó a bordo de lanchas pesqueras pertenecientes al sector artesanal con puertos base en Lebu (VIII Región) y Quellón (X Región). En el período comprendido entre octubre del 2001 y octubre del 2002 con registros de captura desde los 36°00'S en la desembocadura del estero Tregualemu hasta los 39°52'S al sur de Isla Mocha para lanchas con puerto base en Lebu y desde 44° 22'S hasta los 50°57'S para lanchas con puerto base en Quellón.

Se analizó un total de 233 lances, 128 a bordo de lanchas de Lebu y 105 a bordo de lanchas de Quellón. Las especies recolectadas fueron identificadas, contadas, pesadas y la longitud total de aquellas más representativas registrada. La data inicialmente se analizó de manera separada por puerto base, para posteriormente unir la información relevante de las especies más representativas de la fauna incidental de esta pesquería.

5.11.2. Resultados

Composición de la captura incidental

Se registró un total de 16 especies, agrupadas en 13 géneros, 11 familias y tres clases. Totalizando ocho especies de teleósteos (incluyendo la objetivo); seis especies de condrictios (dos rayas y cuatro tiburones); una especie de crustáceo (reptantia) y una especie de molusco (cefalópodo) (Tabla 67; Figuras 83-89). En la Figura 90 se presenta la composición (porcentaje en número) para los grupos mayores de la fauna incidental capturada en la pesquería de bacalao de profundidad.



Zona de Lebu.

Los porcentajes en número y peso para los organismos recolectados como fauna acompañante son presentados en la Tabla 68 y Figura 91. Los Macrúridos muestran un porcentaje en número significativo (34%) en las capturas totales en comparación al valor obtenido para el bacalao de profundidad (37%), siendo pejerrata (*Macrourus carinatus*), la especie más representativa de este grupo (81%). Igualmente, se destaca la presencia de *Antimora rostrata* aportando un 18% de la captura total en número. Los condriictios presentan un aporte en peso de 11% del total capturado, mientras que el valor obtenido en la especie objetivo fue del 64%.

Zona de Quellón.

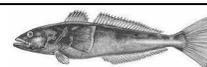
Los porcentajes en número para los organismos recolectados como fauna acompañante son registrados en la Tabla 69. Aunque el porcentaje en número de la especie objetivo es mayor en la captura total con 3.142 individuos (52,9%), los Macrúridos se siguen registrando como el ítem de mayor importancia dentro de la captura total con un porcentaje en número del 33,4 % (1983 individuos). Igualmente, se sigue denotando la presencia de Morido *Antimora rostrata* aportando un 13,4% de la captura total en número. Los condriictios representados por rayas y torpedos sólo alcanzaron un porcentaje en número del 0,2%.

Capturas mensuales

En los registros de captura mensual se destaca la constancia de los ítem principales de la fauna incidental (Macrúridos, Moridos y cartilagosos) a lo largo del periodo de muestreo, esta constancia se observa en las dos zonas evaluadas (Figuras 92 y 93). Igualmente, en la zona de Lebu se observa un contraste o alternancia en el número de individuos capturados a o largo del periodo de muestreo, es así como se aprecia que hay una disminución de la captura de la especie objetivo, al aumentar la captura de individuos de fauna acompañante.

Especies de importancia.

Dentro de los organismos capturados como fauna acompañante se destacan los macrúridos representados en mayor porcentaje por individuos de la especie *Macrourus carinatus*, los moridos con la especie *Antimora rostrata* y los tiburones squálidos con la especie *Aculeola nigra*.



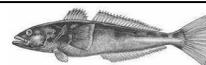
6. DISCUSION

Los registros oficiales de bacalao de profundidad indican que el desembarque experimentó un sostenido crecimiento entre 1980 y 1985, año a partir del cual se observan fluctuaciones interanuales en alrededor de 4400 t hasta el 2002 ($CV = 23,1 \%$, Figura 94). Esta relativa estabilidad del desembarque entre 1985 y el 2002, contrasta con la tendencia observada en la captura por unidad de esfuerzo, que por un periodo de 10 años exhibe una tendencia decreciente continua (Young *et al.*, 1997).

Se destaca que la mantención de las capturas en un nivel de 4.400 toneladas por año, se ha debido básicamente al incremento en la duración de los viajes de pesca por una disminución de los rendimientos en zonas de pesca tradicionales, particularmente en la zona central y que determinaron que la flota de San Antonio se desplazara hacia el sur (Young *et al.*, 1997). Tal y como ha sido descrito previamente, la flota presenta un régimen operacional con una clara disminución de los rendimientos en los meses de invierno (Figura 6), patrón que se relaciona con el carácter mixto de la flota al reorientar el esfuerzo de pesca hacia la albacora, cuya temporada básicamente se desarrolla en esos meses.

Actualmente, la pesquería artesanal de bacalao de profundidad se ha desarrollado en aguas de la XI Región, identificándose el puerto de Quellón como principal centro de desembarque. Los rendimientos de pesca en dicha zona, aguas exteriores, son los más altos en comparación con aquellos frente al litoral de las Regiones VIII y IX-X. El desplazamiento de la flota por la búsqueda de mejores rendimientos determina que las capturas no podrán ser sustentadas en el nivel promedio observado en los últimos 10 años, debido a una reducción progresiva en el tamaño del stock explotable.

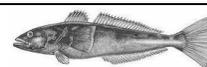
Si se acepta que los efectos principales analizados aquí para estandarizar las tasas de capturas o rendimientos nominales son comparables con los resultados de Young *et al.* (1997), entonces la tasa de agotamiento (depletion) en el 2002 podría ser del orden del 25,6% si se compara con el año 1986 ó del orden de 34,1% la biomasa ó abundancia promedio del periodo 1986-1990. En todo caso, estas tasas de agotamiento son comparables a las observadas en el año 1996 (26,5 % en relación con 1986



y de 35,3 % respecto del período 1986-1990), y se podría pensar que podría existir una cierta estabilidad en la abundancia desde 1996 al 2002. Si bien es cierto, esta es una posibilidad, lo cierto es que las tasas de captura se han mantenido similares debido principalmente a los desplazamientos hacia zonas más lejanas (caso de Quellón).

La zona y el año son los factores que mejor explican los datos de rendimientos (Young *et al.*, 1997), y aunque en este estudio no se indagó en las características físicas de las embarcaciones por limitación de acceso a la información, se pudo constatar que desde el 2001 al 2002 hubo una disminución en la CPUE estándar. Se considera que la incorporación de variables físicas de las embarcaciones, podría explicar marginalmente sólo la variabilidad de los rendimientos individuales, pero la señal asociada a los factores de variación fijos; esto es la zona de pesca y el año, no se verían mayormente comprometidos. En todo caso, es deseable mejorar la información de captura al nivel de lance de pesca y no asociada al viaje. Por lo general, el sistema de bitácoras que lleva SERNAPESCA no incorpora los viajes con captura nula, ni tampoco aspectos relacionados con el número de lances ni número de anzuelos calados. Por otra parte, se está de acuerdo con Young *et al.* (1997) en que los días fuera de puerto, aunque mejores que los viajes con pesca, enmascaran el número de lances que se realizan por día de pesca y el número de anzuelos recuperados. Como una manera de referencia, la flota de Lebu realiza salidas de pesca que duran casi 5 días fuera de puerto, realizando un promedio de 12 lances de pesca. Sin embargo los rendimientos son solamente del orden de 60 g/anzuelo calado. Esto contrasta notablemente con la zona de Quellón, donde los días fuera de puerto alcanzan un promedio de 10 y se realizan en promedio 16 lances de pesca. Este mayor esfuerzo de pesca determina rendimientos del orden de 353 g/anzuelo. Estos valores son solamente referenciales, y no deben ser extrapolables a los rendimientos de toda la flota, pero ilustran bien la naturaleza de los datos que deberían comenzar a ser obtenidos rutinariamente para un análisis adecuado del esfuerzo de pesca y de la abundancia relativa de bacalao de profundidad en la flota pesquera artesanal.

La distribución de frecuencias de tamaño considerando el total de los ejemplares ($n=2.081$) en las tres localidades (Lebu, Valdivia y Quellón) muestra que dicha distribución presenta una asimetría negativa desplazada sobre los individuos de menor tamaño, con la moda principal entre 70-75 cm de longitud total y el rango de tallas comprendido entre 42,8 y 190 cm.

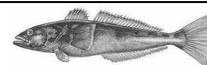


Relacionado con los aspectos reproductivos, el IGS durante el período analizado presenta una mayor actividad reproductiva entre los meses de febrero y mayo (2002), posterior a lo cual se aprecia un descenso en la actividad reproductiva representado en la disminución de los valores de IGS para las tres localidades hacia los últimos meses. Por lo otro lado, la localidad de Quellón fue donde se observaron los mayores niveles de actividad reproductiva (mayor número de individuos maduros), lo que está asociado con tallas mayores de los ejemplares muestreados. Por lo que al parecer el bacalao realizaría una migración latitudinal hacia el sur para reproducirse en la época de otoño-invierno, siendo las zonas de Lebu y Valdivia áreas de crianza o zonas de transición para la especie.

En lo que respecta a la edad, se pudo definir el método de observación de los anillos presentes en los otolitos de acuerdo al grado de nitidez que presentaron en los distintos tratamientos a los que fueron sometidos. El método utilizado corresponde al tostado del otolito a 250°C por 10 minutos y posteriormente realizar la lectura en secciones delgadas transversales de los otolitos. Este método concuerda con los estudios realizados por otros autores en la misma especie de otras zonas geográficas (Ashford, 2001; Horn, 2002). A pesar de que en la mayoría de los casos es posible observar sin problemas los anillos, la interpretación no esta ajena a problemas al igual como lo han manifestado otros autores (Ashford *et al.*, 2000), por ejemplo, es posible observar los anillos pero éstos a su vez se encuentran subdivididos por pequeños anillos translucidos lo que puede llevar a una mala interpretación.

Horn (2002) encuentra que durante el año de muestreo el borde de los otolitos es opaco en verano y translucido en invierno, patrón cíclico que se mantiene a pesar de combinar muestras de distintos años y áreas, lo que indicaría un bajo nivel de variación interanual e interarea. Lo que probablemente indicaría que esta especie depositaría una zona translucida cada año, y la lectura de estas zonas sería un método válido de estimación de la edad.

Los índices de precisión calculados (APE y CV) se encuentran dentro del rango estimados en otros estudios (Horn, 2002), aunque los valores nos indican que el otolito del bacalao no es fácil de leer. Kalish & Timmiss (1998) comparan la lectura de 34 otolitos de ejemplares mayores de 15 años y muestran que las diferencias entre los dos lectores fueron generalmente de 4 o menos, pero esto se iguala a un porcentaje de error individual de un 33%.

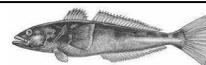


Kalish & Timmiss (1998) registran una edad máxima de 43 años, con peces sobre 38 años registrados desde las Islas Macquarie, Príncipe Edward y del sur de América del Sur. Aguayo (1992) con muestras de las Georgias del Sur, estima la edad para hembras hasta los 35 años y en machos sólo hasta los 20, mientras que Cassia (1998) con muestras del mismo lugar encuentra edades máximas de 24 años. Horn (2002) informa edades máximas de 53 años para machos y de 49 hembras. En el presente estudio se estimaron edades máximas de 22 años para machos y 31 en hembras, con un ejemplar de 37 años, lo que estaría sugiriendo que la flota nacional que trabaja en aguas jurisdiccionales opera sobre la fracción intermedia de la población o bien que los individuos mayores han sido removidos de la pesquería.

Al comparar gráficamente curvas de crecimiento ajustas a *D. eleginoides* (Figura 95), en general se aprecia que no existen grandes variaciones hasta los 10 años. El ajuste realizado con la información de los otolitos se encuentra dentro del rango de las curvas que se han estimado para esta especie. Por otra parte, las diferencias que existen de otros estudios entre las curvas estimadas, pueden estar dadas por las distintas metodologías utilizadas, es decir, otolito o escama, ajuste con la edad actual o retrocalculada, método de ajuste, muestreo representativo o interpretación de los anillos.

Kalish & Timmiss (1998), Ashford (2001) y Horn (2002) manifiestan que existirían diferencias en el crecimiento entre los sexos, donde las hembras crecerían muchos más rápido y serían más grandes que los machos. Situación que se contrapone a los resultados del presente estudio en que no se encuentran diferencias significativas en el crecimiento entre sexos, al igual que Aguayo (1992) y Young *et al.* (1992) que no encuentran diferencias. Lo que si es notorio en la mayoría de los estudios es que las hembras tienden a abarcar un mayor rango de edades y de mayor tamaño. Las diferencia que encuentran los distintos estudios en el crecimiento diferenciado entre sexos se podría deber a que generalmente los ajustes no se realizan abarcando el mismo rango de tallas y edades en ambos sexos, lo que lleva a estimaciones distintas en los parámetros de crecimiento.

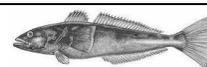
Comparar la estructura de edades obtenida de las claves talla-edad es prematuro ya que estas hay que llevarlas a la composición en número en la captura, por otro lado, las confecciones de claves talla edad de años anteriores no serían comparables, en términos de la composición de las capturas, ya que estas han sido elaboradas utilizando las escamas (Céspedes *et al.*, 1998, 2001).



Las edades radiométricas obtenidas en este estudio son mayores que las entregadas por el método de recuento de los anillos de crecimiento en los otolitos, no obstante considerando la gran dispersión de las actividades de los radioisótopos medidos y el bajo número de muestras analizadas, ambas metodologías muestran valores comparables dentro de la incertidumbre de las mediciones radiométricas, la que varía entre un 7% y un 50%.

Debido a que el bacalao de profundidad es una especie protegida por la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA), el mercado extranjero, esto es, Estados Unidos, Europa y Japón principalmente, son estrictos en la documentación con la cual se comercializan los distintos productos de bacalao. Por este motivo, en Chile existe un riguroso control en el desembarque y comercialización de bacalao, con lo cual cada individuo que se exporta debe ser acompañado con su respectivo Certificado de Desembarque y Control de Movimientos. Esta situación de control genera que los distintos agentes que participan en el proceso de comercialización de bacalao de profundidad (pescadores, intermediarios, representantes de empresas en playa y plantas procesadoras) guarden con extremo cuidado su información para no incurrir en contradicciones con respecto a la información que entregan al Servicio Nacional de Pesca. De esta forma la aplicación de encuestas en playa no fue un procedimiento exitoso para la recopilación de la información de comercialización. Sin embargo, la información que pudo ser registrada en las distintas localidades (Lebu, Valdivia y Quellón), más la recopilada en forma complementaria con las encuestas en las plantas procesadoras y seguimiento del Instituto de Fomento Pesquero es consistente con los antecedentes reportados por el Servicio Nacional de Pesca a través de los Anuarios Estadísticos de Pesca.

El bacalao desembarcado en los puertos de Lebu, Valdivia y Quellón se vende directamente a intermediarios y/o a representantes de plantas procesadoras con los cuales existen acuerdos informales sin contrato de por medio. Los volúmenes de compra de la materia prima pueden ser previamente establecidos, como en el caso del desembarque que se produce en Quellón, o definidos en playa como en el caso de los puertos de Lebu y Valdivia. El precio de venta de bacalao es por calibre cuyo límite está establecido en los 5 kg de peso eviscerado. Aún cuando esta modalidad no fue registrada en Lebu, se intuye que es similar a lo que ocurre en Valdivia y Quellón, ya que concuerda con lo informado por los representantes de las plantas procesadoras. En todas las localidades se registra una temporada alta y otra baja con respecto a los precios. Además, existe un

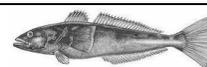


precio de rechazo con el que se trazan aquellos individuos de bacalao que presentan un cierto grado de deterioro de la materia prima.

Efectuado el análisis genético de muestras provenientes de Lebu, Valdivia, Quellón y Puerto Williams, se evidencia que no hay diferencias genéticas. El objetivo de detectar los sistemas enzimáticos polimórficos se cumplió completamente al evidenciarse 6 sistemas con esas características: MDH-1, IDH-1, PGM-1, AP-1, PGI-1 y PGI-2; con lo cual ya se tiene la base genética para un futuro estudio de tipo poblacional. Además, se corroboran los resultados obtenidos por Oyarzún & Galleguillos (1996), al encontrar los mismos sistemas polimórficos.

Al analizar la información obtenida de los resultados microscópicos se observa que el bacalao de profundidad no presenta signos de desove para las zonas de Lebu y Valdivia, localidades donde sólo se encontraron individuos en estados inmaduros o vitelogénicos. En la zona de Quellón es donde se encuentran individuos en vitelogénesis más avanzada e individuos maduros que posteriormente desovarían. De la información anterior junto con los resultados de los índices gonadosomático y gonádico, se puede postular una distribución latitudinal de la especie donde las áreas de pesca asociadas a los puertos Lebu y Valdivia serían una zona de transición hacia el sur donde se produciría el desove de la especie y que probablemente sería al sur del Paralelo 44. Esto está en concordancia con los resultados genéticos, que indican una homogeneidad genética para la especie entre Lebu y Puerto Williams.

Resultan muy importantes los resultados antes mencionados debido a que en un estudio anterior financiado por el FIP para determinar los aspectos reproductivos de la especie entre Tocopilla y Valdivia (Young *et al.*, 1999), los autores no encuentran hembras en estados de madurez avanzada, concluyendo que el índice gonadosomático no evidencia un patrón estacional que permita establecer el periodo de desove. Además, plantean 3 hipótesis para explicar sus resultados, siendo: 1) Que la especie no desovaría donde se desarrolla la pesquería artesanal; 2) Que si desovaría en estas latitudes, pero que este evento no se habría producido el año 1998 (año del estudio), y 3) Que esta especie no se alimentaría durante la etapa previa y posterior al desove. Por lo anterior, resultan muy importantes las conclusiones a las que llega el presente estudio en cuanto al desove de la especie que se produciría hacia el sur del país.



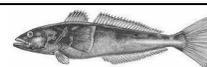
La talla mediana de madurez sexual de hembras y machos de bacalao de profundidad fue determinada mediante: el Método del Incremento Relativo del Índice Gonadosomático (IR.IGS), ajuste de modelo logístico de madurez linealizado, y ajuste de modelo logístico de madurez por máxima verosimilitud. Este último procedimiento entregó los estimadores con menor incertidumbre. Para hembras la talla mediana de madurez fue 113 cm de LT (intervalo de confianza: 107–120 cm), mientras que para machos fue 87 cm de LT (intervalo de confianza: 78–94 cm). De acuerdo a estos resultados se puede establecer que aproximadamente el 90% de las hembras y el 60% de los machos de bacalao de profundidad muestreados durante el periodo de estudio se encuentran bajo la talla mediana de madurez. Principalmente para las localidades de Lebu y Valdivia, lo que representa una situación muy importante para la pesquería desde el punto de vista de la administración.

Si bien es cierto, las comparaciones en cuanto a dietas de diferentes áreas geográficas, grupos y estaciones requieren el análisis de categorías taxonómicas menores (particularmente en peces), es posible indicar que el espectro trófico de *D. eleginoides*, en las áreas en estudio, está compuesto por lo menos de 20 taxa-presa, siendo su dieta predominantemente ictiófaga, dominando en ella Gadiformes y Ophidiiformes.

Existen diferencias significativas entre las dietas de especímenes capturados en Quellón respecto de los que su origen fue Valdivia y Lebu ($p > 0,05$). Cefalópodos de la familia Octopodidae se encuentran altamente representados en la dieta de animales de esta zona.

Los resultados de la alimentación indican que los crustáceos se encuentran pobremente representados en la dieta del bacalao, encontrándose ausentes en Quellón. Lo anterior contrasta con otros resultados (Movillo & Bahamonde, 1971; Flores & Rojas, 1987; Arrizaga *et al.*, 1996) en cuanto a la importancia de este ítem alimentario, así la información respecto a la alimentación del bacalao de profundidad, presenta diferencias relacionadas con sus ítemes principales de alimento, con su composición trófica y con características ecológicas de sus presas, lo cual podría ser explicado principalmente por diferencias temporales y geográficas (latitudinales) entre áreas de estudio.

Cabe mencionar que el alto porcentaje de peces no determinados (al menos en forma preliminar), se debe a la frecuencia común de restos óseos que aportan poca información con valor taxonómico.

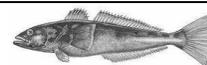


Del análisis parasicológico se ha reconocido hasta nivel de familia a ocho especies de parásitos. En un sentido preliminar se puede decir que existirían tres especies de anisákidos pertenecientes al *Phylum* Nematoda las que tienen ubicación preferente en la submucosa y mesenterios a la forma de quistes. También se han podido recuperar estados larvales de cestodos, uno probablemente *Hepatoxylon trichiuri* de ubicación libre o enquistado en la submucosa estomacal, y el otro, un plerocercario con presentación exclusiva en los mesenterio estomacales. Por último, al menos tres especies de Digeneos se han encontrado en la mucosa gástrica generalmente mezclados con contenido intestinal.

Tanto la prevalencia como la intensidad del parasitismo parecen tender a ser mayor en la zona de Quellón. Ello podría deberse a la posibilidad de que se encuentre un mayor número de presas en este lugar por lo que la infección parasitaria tiene mayor riesgo de producirse en esta zona (Shotter, 1973; Esch & Fernández, 1993), o bien a la mayor permanencia del bacalao en una zona que representa la presencia continua de ítems-presa infectados.

Desde el punto de vista de la mensualidad, parece no producirse una gran diferenciación de la prevalencia e intensidad del parasitismo dependiendo de la estación climática, aunque se nota un incremento de la carga parasitaria en los meses de la estación de verano. Si bien, la estación climática puede influir en la mayor o menor disponibilidad de hospederos intermediarios de los parásitos involucrados, en un cambio en la oferta de presas infectadas y a cambios propios del hospedero, tales como el desove y las migraciones (Shotter, 1973; Campbell *et al.*, 1980; Mauchline & Gordon, 1984; Balboa & George-Nascimento, 1998), la profundidad puede jugar un rol importante en esta no variación, pues homogeniza las condiciones climáticas (similar temperatura, oscuridad, etc.) a las que están expuestos los diversos hospederos-presa y el mismo bacalao de profundidad.

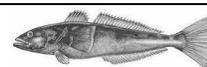
De acuerdo con Cubillos *et al.* (1999), la precisión en las estimaciones de mortalidad natural utilizando simultáneamente el error de predicción y el de los parámetros de entrada utilizando modelos empíricos puede ser muy baja. Esto no quiere decir que los métodos empíricos no posean exactitud, sino más bien que las estimaciones de M con estos métodos pueden contener límites de confianza muy amplios. En este sentido, cualquier comparación con la tasa mortalidad total para inferir la tasa de mortalidad por pesca que se haga, podría determinar que esta última pueda ser



insignificante. En efecto, los límites de confianza superiores que se obtuvieron en este estudio indican que la mortalidad natural del bacalao de profundidad estaría en el rango $0,24 - 0,4 \text{ año}^{-1}$, valores que representan mortalidades altas para una especie longeva y de madurez tardía. Si se considera los valores de tendencia central, éstos deberán manejarse con un decimal ya que no tiene sentido utilizar valores centésimales para un parámetro poco preciso. En este sentido, se podría concluir que los valores medianos para el bacalao de profundidad fluctúan entre $0,1$ y $0,2 \text{ año}^{-1}$.

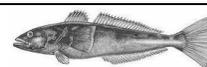
El método de Chen & Watanabe (1989) constituye un método muy sensible al parámetro t_0 de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy. Aunque el valor promedio obtenido con el método ($M = 0,14 \text{ año}^{-1}$) es consistente con las estimaciones medianas obtenidas con los modelos empíricos y con los valores utilizados por varios autores para la evaluación del recurso (Moreno & Rubilar, 1992, Zuleta *et al.*, FIP 96-41), es recomendable no utilizar dichas estimaciones de M por clases de edad en evaluación de stock hasta que no sean verificadas. Una forma de verificar dichos valores de mortalidad se podría realizar considerando predadores importantes de juveniles de bacalao de profundidad y cuantificar el consumo por clases de edad mediante las ecuaciones del Análisis de Población Virtual Multiespecífico (MSVPA, Magnusson, 1995; Livingston & Jurado-Molina, 2000).

Para la fauna acompañante de la pesquería del bacalao, el porcentaje numérico registrado muestra un alto valor (cerca al 34%) para los Macrúridos (pejerata) en las dos localidades de muestreo. Estas observaciones coinciden con lo registrado por Oyarzún *et al.* (1990) en el sector de Talcahuano en faenas de pesca con espinel para la extracción tanto de congrio dorado *Genypterus blacodes* y como bacalao de profundidad; donde las capturas de especies de pejerata llegaron a ser importantes tanto en número como en biomasa. Estos reportes de alta abundancia como fauna acompañante de varias pesquerías a nivel nacional (espineleros y de arrastre), posicionan a este recurso como el de mayor interés para ser estudiado en sus aspectos biológico-pesquero teniendo en cuenta que podría ser un grupo potencial para explotación. Siguiendo los ejemplos de pesquerías en el mar del norte donde se captura a nivel comercial el pejerata *Coryphaenoides rupestris* con reportes de máximo rendimiento sostenible de 7.000–9.000 toneladas para las divisiones ICES VI y VII (Kelly *et al.*, 1996). Este recurso podría constituirse en una alternativa real y ser una posible alternativa a varias pesquerías tradicionales (jurel, anchoveta, sardina común, merluza común) que afectan en mayor medida el sector pesquero artesanal.



Los Macrúridos en general podrían constituirse en recursos alternativos potenciales de ser explotados a futuro. Mas aún, cuando se tiene antecedentes que se desarrolla una pesca comercial de *Coryphaenoides rupestres* en el Atlántico Norte, especie perteneciente al grupo de los macrúridos, con reportes de rendimiento entre 7.000 y 9.000 toneladas para las divisiones ICES VI y VII (Kelly *et al.*, 1996).

El registro de tiburones durante todo el periodo de muestreo, que alcanzó un 8%, tanto en número como en peso de la captura total obtenida, requiere de gran atención en cuanto a su particular investigación ya que muchas especies de tiburones presentan una baja fecundidad, crecimiento lento y madurez tardía (Camhi *et al.*, 1998).



7. CONCLUSIONES

Si se acepta que los efectos analizados para estandarizar las tasas de capturas o rendimientos nominales son comparables con los resultados de Young *et al.* (1997), entonces la tasa de agotamiento (depletion) el año 2002 podría ser del orden del 25,6% si se compara con el año 1986 ó del orden de 34,1% la biomasa ó abundancia promedio del periodo 1986-1990. Estas tasas de agotamiento son comparables a las observadas en el año 1996 (26,5 % en relación con 1986 y de 35,3 % respecto del período 1986-1990), y se podría pensar que existiría una cierta estabilidad en la abundancia desde 1996 al 2002. Si bien es cierto, esta es una posibilidad, ya que las tasas de captura se han mantenido similares debido principalmente a los desplazamientos hacia zonas más lejanas, como es el caso de Quellón.

Fue posible definir una técnica de observación de los anillos de acuerdo al grado de nitidez que presentaron, esta corresponde al tostado del otolito a 250°C por 10 minutos y posteriormente realizar la lectura en secciones delgadas transversales de los otolitos.

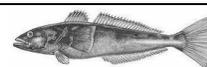
Al tomar en cuenta el peso del otolito, el modelo que mejor describe la edad del bacalao, es el que considera la longitud del otolito (LO), longitud total del pez (LT), logaritmo natural del peso del otolito (lnWO) y logaritmo natural del peso total del pez (lnPT), cuyos coeficientes son significativos. El modelo ajustado que explica un 65% de la variabilidad en la edad es:

$$Edad = 66,238 - 0,834LO + 0,105LT + 12,515\ln(WO) - 3,573\ln((PT))$$

El modelo que mejor describe el crecimiento del bacalao, con información de edad obtenida de los otolitos, es el de von Bertalanffy, cuyos valores de los parámetros son:

$$L_t = 152,19(1 - e^{-0,085(t+0,59)})$$

De un total de 1.080 escamas provenientes de Lebu, Valdivia y Quellón, se discriminaron un máximo de 56 marcas hialinas en un individuo de 190 cm de longitud.



La verificación del tipo de borde presentó una clara tendencia a la conformación de anillos anuales, lo cual confirma la periodicidad de formación de un anillo hialino anual.

La relación entre la longitud del pez y el radio de la escama, presentó mayor consistencia al agregar información de individuos de tallas mayores lo que resulta en una mayor robustez de los estimados de longitudes retrocalculadas.

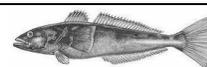
El bacalao de profundidad presenta actividades de ^{210}Pb y ^{226}Ra cuantificables, lo que permite su uso para la validación de edades. El aumento de la masa del otolito con la longitud total del pez implica que los radioisótopos utilizados y las edades radiométricas calculadas sugieren que estos isótopos se depositan en un proceso continuo.

Las edades radiométricas derivadas de la razón $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ presente en los otolitos varían entre los 6 y 8 años para los peces más pequeños (<60 cm de longitud total) y 35 y 44 años para los más grandes (120 y 130 cm de longitud total), respectivamente. Estos valores máximos de edad obtenidos en estos dos grupos de muestras son comparables a los obtenidos por Horn (2002) para la población del bacalao (*Dissostichus eleginoides*) de Nueva Zelanda, quien estimó edades de 30 a 40 años para peces de 130 a 140 cm de longitud total.

Las edades radiométricas obtenidas en este estudio son mayores que las entregadas por el método de lectura de los anillos de crecimiento en los otolitos, no obstante, ambas metodologías muestran valores comparables dentro de la incertidumbre de las mediciones radiométricas.

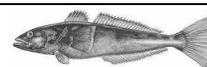
El desove de bacalao de profundidad se produciría en la zona sur de Chile probablemente al sur del Paralelo 44, siendo las zonas al norte del mismo un área de transición para la especie. La época de desove estaría centrada entre los meses de febrero y abril.

La talla mediana de madurez para hembras correspondió a 113 cm de LT (intervalo de confianza: 107–120 cm), mientras que para machos fue 87 cm de LT (intervalo de confianza: 78–94 cm). De acuerdo a estos resultados se puede establecer que aproximadamente el 90% de las hembras y el 60% de los machos de bacalao de profundidad muestreados durante el periodo de estudio se encuentran bajo la talla mediana de madurez.



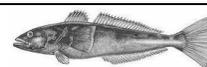
Las estimaciones de mortalidad natural para el bacalao de profundidad con métodos empíricos indican valores que fluctuarían entre 0,1 y 0,2 año⁻¹. Estas estimaciones son muy poco precisas cuando se incorpora la estructura correlacionada del error de los parámetros de entrada, principalmente parámetros de crecimiento, simultáneamente con el error de predicción de los modelos empíricos, generando coeficientes de variación que fluctúan entre 40,1 y 62,2 %.

La estimación de M con el método analítico de Chen & Watanabe (1989) fue consistente con los valores de tendencia central de los modelos empíricos. Aunque el método permite contar con estimaciones de M edad-específica se concluye que dichos valores deben ser validados antes de ser utilizados en evaluaciones con métodos edad-estructurados.

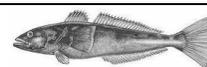


8. BIBLIOGRAFIA.

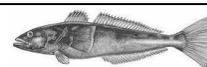
- Aguayo M. 1992. Preliminary analysis of growth *Dissostichus eleginoides* from the Austral zone of Chile and South Georgia. Document WG-FSA 92/30. Commission for Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR), Hobart, Australia, Pp 1-8.
- Allen, R.L. & R.G. Punsley. 1984. Catch rates as indices of abundance of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the eastern Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 18 (4): 301-379.
- Alverson, D.L. & M.J. Carney. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. J. Con. Int. Explor. Mer, 36:133-143.
- Andrews, A., G. Calliet & K. Coale. 1999. Age and growth of the pacific grenadier (*Coryphaenoides acrolepis*) with age estimate validation using an improved radiometric ageing technique. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56: 1339-1350.
- Arancibia, H., A. Hernández, A. Carmona, R. Alarcón & R. Concha. 2000. Desarrollo de nuevas pesquerías en recursos marinos bentónicos, pelágicos y demersales en Chile Central. Proyecto FONDEF D971- 1058. Departamento de Oceanografía. Universidad de Concepción.
- Arancibia, H., L. Cubillos, J. Remmaggi & R. Alarcón. 1994. Determinación de la talla de madurez sexual y fecundidad parcial en la sardina común, *Strangomera bentincki* (Norman, 1936), del área de Talcahuano, Chile. Biol. Pesq. 23: 11-17.
- Araya, M. & L. Cubillos. 2002. El análisis retrospectivo del crecimiento en peces y sus problemas asociados. Revista Gayana 66(2): 161-179.
- Araya, M., L. Cubillos, M. Guzmán, J. Peñailillo & A. Sepúlveda. 2001. Evidence of the relationship weight of otolith – age for the Chilean horse mackerel *Trachurus murphyi* (Carangidae). Fish. Res. 51: 17-26.
- Arrizaga, A., M. Fuentealba, V. Yáñez & C. Oyarzún. 1996. Observaciones sobre la alimentación de *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 (Perciformes, Nototheniidae) en el sur de Chile. Gayana Oceanología, 4(1): 13-19.
- Ashford, J.R., C. Jones, S. Wischniowski, S. Bobko & I. Everson. 2000. A comparisons between otoliths and scales for use in stimating the age of *Dissostichus eleginoides* from south Georgia. Document N° WG-FSA-00/28. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Ashford, J.R. 2001. In support of a rationally managed fishery: Age and growth in patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*). A Dissertation submitted to the Faculty of Old Dominion University in Partial Fulfillment of the Requeriment for the Degree of Doctor of Philosophy.
- Atías, A. 1998. Parasitología Médica. Publicaciones Técnicas Mediterráneo, Santiago, Chile, 615 pp.
- Balboa, L. y M. George-Nascimento. 1998. Variaciones ontogenéticas y entre años en las infracomunidades de parásitos metazoos de dos especies de peces marinos de Chile. Revista Chilena de Historia natural 71: 27-37.
- Beamish, R.J. 1979. New information on the longevity of Pacific ocean perch (*Sebastes alutus*). J. Fis. Res. Bd. Canadá 36: 1395-1400.
- Beamish, R.J. & D.A. Fournier. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determinations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 982-983.
- Bennett, J., Boehlert, G. & K. Turekian. 1982. Confirmation of longevity in *Sebastes dipoloproa* (Pisces: Scorpaenidae) from ²¹⁰Pb/²²⁶Ra measurements in otoliths. Marine Biology. 71: 209-215.
- Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiosculus flavescens*. Marine Biology, 50: 263-273.
- Bush, O. y J. Holmes. 1986. Intestinal helminths of lesser scaup duck: Patterns of asociation. Canadian journal of Zoology, 64: 132-141.
- Bush., A., K. Lafferty, J Lotz & A. Shostak. 1997. Parasitology meets Ecology on its Own Term: Margolis et al. Revisited. J. Parasitol. 83 (4): 575- 583.



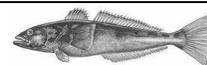
- Camhi, M., S.L. Fowler, J.A. Musika, A. Brautigan & S.V. Fordham. 1998. sharks and their relatives ecology and conservation. Occasional paper of the IUCN Species Survival Commission 20: 1-39.
- Campana, S.E., M.C. Annand & J.I. McMillian. 1995. Graphical and statistical methods for determining the consistency of age determination. Trans. Am. Fish. Soc. 124: 131-138.
- Campana, S., K. Zwanenburg & J. Smith. 1990. $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ determination of longevity in redfish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47. 163-165.
- Campana, S.E. & J.D. Neilson. 1985. Microstructure of fish otoliths. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42:1014-1032.
- Campbell R.A., R.L. Haedrish y T.A. Munroe. 1980. Parasitism and ecological Relationships among deep-sea benthic fishes. Marine Biology 57: 301-313.
- C.A.R.E. 2000. Manual on generalized age determination procedures for grounfish. C.A.R.E. (Committe of Age Reading Experts Pacific Coast Grounfish Ageing Technicians). The Canada/U.S. Groundfish Committe.
- Cassia, M.C. 1998. Comparisons of age readings from scales and otoliths of the Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) from South Georgia. CCAMLR Sci. 5, 191-203.
- Céspedes, R., Z. Young, V. Ojeda, F. Cerna, L. Adasme, H. Hidalgo, R. Bravo, H. Miranda y C. Vera. 1998. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Investigación Situación Pesquería Demersal Zona Sur-Austral 1997. Ejecutor: Instituto de Fomento Pesquero. Requirente: Subsecretaría de Pesca. 93 p, 72 Tablas y 115 Figuras.
- Céspedes, R., V. Ojeda, F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Muñoz y L. Chong. 2001. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final, Parte II Determinación de Edad. Investigación Situación Pesquería Demersal Zona Sur-Austral 2000. Ejecutor: Instituto de Fomento Pesquero. Requirente: Subsecretaría de Pesca. 46 p, 41 Tablas y 16 Figuras. FAO. 1982. Report of the technical consultation on the methodologies used for age-reading. FAO Fishery Report N° 257, 104 p.
- Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), 1992. Statistical Models in S. Wadworth & Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.
- Chang, W.Y.B. 1982. A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. Can. J. Fish. Aquat. Sc. 39: 1208-1210.
- Chen, S. & S. Watanabe. 1989. Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. Nippon Suisan Gakkaishi, 55(2):205-208.
- Chikov, V.N. & Y. S. Melnikov. 1990. On the question of fecundity of the Patagonian Toothfish, *Dissostichus eleginoides*, in the Region of the Kerguelen Islands. J. of Ichthyology 30(8): 19-125.
- Chilton, D.E. & R.J. Beamish. 1982. Age determination methods for fishes studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological Station. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 60, 102 p.
- Cleveland, W.S., E. Grosse & W.M. Shyu. 1992. Local regression models. In: Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), Statistical Models in S. Wadworth & Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.
- Cochran, K. & P. Masque. 2002. Natural radionuclides applied to coastal zone processes. Radioactivity in the Environment: Radioactivity in the Oceans. (H.D. Livingston Ed.) Submitted.
- Cochran W. G. 1977. Sampling techniques, 3rd ed. John Wiley and Sons Inc. New York, 428p.
- Collado, S. 1994. Ovocénesis, ciclo reproductivo y fecundidad del Bacalao de Profundidad, *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 (Perciformes-Nototheniidae), capturado en el talud continental del extremos sur de Chile. Seminario de Título presentado al Depto. de Oceanografía de la U. de Concepción para optar al título de Biólogo Marino, Manuscrito 47 pp.
- Cubillos, L.A. 2003. An approximative relationship to estimate the natural mortality rate in fish stocks, Naga the ICLARM Quarterly (in press).
- Cubillos, L., R. Alarcón & A. Brante. 1999. Empirical estimates of natural mortality for the Chilean hake (*Merluccius gayi*): evaluation of precision. Fisheries Research 42:147-153.



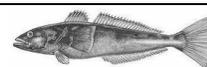
- Des Clers, S., Nolan, C.P., Baranowski, R., Pompert, J. 1996. Preliminary stock assessment of the Patagonian toothfish longline fishery around the Falkland Islands. The Fisheries Society of the British Isles, J. Fish biology. 49 (Supplement A), 145-156.
- Duhamel, 1981. Caractéristiques biologiques des principales espèces de poissons du plateau continental des Iles Kerguelen. *Cybiurn* 5, 19-32.
- Efron, B. 1985. Bootstrap confidence intervals for a class of parametric problems. *Biometrika*, 72(1):45-48.
- Eastman, J. 1991. Evolution and Diversification of Antarctic Notothenioid Fishes. *Amer. Zool.*, 31: 93-109.
- Esch, G. & J. Fernández. 1993. A functional biology of parasitism. Chapman and Hall, London. 337 pp
- FAO. 1981. Pesca acompañante del camarón – un regalo del mar: Informe de una consulta técnica sobre la utilización de la pesca acompañante del camarón celebrada en Georgetown, Guyana. 172.p
- FAO. 1982. Report of the technical consultation on the methodologies used for age-reading. FAO Fishery Report N° 257, 104 p.
- Fenton, G. & S. Short. 1995. Radiometric analysis of blue grenadier, *Macruronus novaezelandiae*, otolith cores. *Fish. Bull.* 93. 391-473.
- Fenton, G., S. Short & D. Ritz. 1991. Age determination of orange roughy, *Hoplostethus atlanticus* (Pices: Trachichthyidae) using ^{210}Pb : ^{226}Ra disequilibria. *Marine Biology*. 109: 197-202.
- Fletcher, W.J. 1991. A test of the relationship between otolith weight and age for the pilchard *Sardinops neopilchardus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 35-38.
- Flyn, W. 1969. The determination of low levels of Palonium - 210 in environmental materials. *Aval. Chem. Acta* 43, 221 - 227.
- Flores, H. & P. Rojas. 1987. Contenido gástrico de *Dissostichus eleginoides* Smitt 1898, capturado frente a Valparaíso (Perciformes – Nototheniidae). *Investigaciones marinas, Valparaíso*, 15: 33-40.
- Francis, R.I.C.C. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review *J. Fish Biol.* 36: 883-902
- Gavaris, S. 1980. Use of a multiplicative model to estimate catch rate and effort from commercial data. *Can. J. Aquat. Sci.* 37, 2272-2275.
- Gibson, D. & R. Bray. 1979. The Hemiuridae: Terminology, sistematic and evolution. *Bulletin of the British museum (Natural History)*, 36: 35-146.
- Gibson, D. & R. Bray. 1986. The Hemiuridae (Digenea) of fishes from the North-east Atlantic. *Bulletin of the British museum (Natural History)*, 51: 1-125.
- Gili, R., V. Bocic & R. Serra. 1995. Análisis de la periodicidad de formación del anillo hialino en otolitos de jurel de la costa de Chile. Informe Interno. IFOP. Manuscrito.
- Hastie, T. & R. Tibshirani, 1990. Generalized additive Models. Chapman & Hall, New York, 559pp.
- Horn, P. 2002. Age and growth of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) and Antarctic toothfish (*D. mawsoni*) in waters from the New Zealand subantarctic to the Ross Sea, Antarctica. *Fish. Res.*
- Hoening, J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin* 82(1):898-902.
- Hureau, J.C. & C. Ozouf-Costaz 1980. Age determination and growth of *D. eleginoides* Smitt 1898, from Kerguelen and Crozet Island. *Cybiurn* 3^a. Serie 8: 23-32.
- Hynes, H. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19: 36-58.
- ICSEAF. 1986. Guía de ICSEAF para la interpretación de otolitos. *Otol. interp. Gde. Hke int. Commn SE. Atl. Fish.* 1: 70.
- Jennings, S., Kaiser, M & J. Reynolds. 2001. *Marine Fisheries Ecology*. Blacweell Science Ltd. London. 663 pp.
- Kalish, J.M. & T.A. Timmiss. 1998. Determination of Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides* age, growth and population characteristics based on otoliths. Document N° WG-FSA-98/40. CCAMLR, Hobart, Australia.



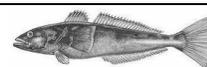
- Kastelle, C., Kimura, D., D. Nevissi & D. Gunderson. 1994. Using Pb-210/Ra-226 disequilibria for sablefish, *anoplopoma fimbria*, age validation. Fish. Bull. 92: 292-301.
- Kelly, C.J., P.L. Clonnolly & J.J. Bracken. 1996. Maturity, oocyte dynamics and fecundity of the roundnose grenadier from The Rockall Trough. J. Fish. Biol. 49: (Suplemento A), 5-17.
- Kimura, D.K. 1981. Standarized measure of relative abundance based on modeling log (c.p.u.e), and their application to Pacific Ocean perch (*Sebastes alutus*). J. Cons. Inst. Explor. Mer., 39:211-218.
- Kinsman, D. 1969. Interpretation of Sr+2 concentration in carbonate minerals and rocks. J. Sedim. Petrol. 39:486-508.
- Kinsman, D. & H. Holland. 1969. The co-precipitation of cations with CaCo3- IV. The co-precipitation of Sr+2 with aragonite between 16° and 96° C. Geochim. Cosmochim. Acta 33: 1-17.
- Kline, D. 1996. Radiochemical age verification for two deep-sea rockfishes (*Sebastolobus altivelis* and *S. Alascanus*). M.S. thesis. California State University, San Jose, Calif
- Kock, K. & H. Kellerman. 1991. Reproduction in Antartic Notothenioids. A Review Antar. Sc. 3: 125-150.
- Koslow, J.A., G.W. Boehlert, J.D.M. Gordon, R.L. Haedrich, P. Lorente & N. Parin. 2000. Continental slope and deep-sea fisheries: implications for fragile ecosystem. ICES Journal of Marine science 57: 548-557.
- Mauchline, J. and J.D.M. Gordon. 1984. Incidence of parasitic worms in stomachs of pelagic and demersal fish of the Rockall Trough, northeastern Atlantic Ocean. J. Fish. Biol. 24: 281-285.
- McCullagh, P. & J.A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. Chapman & London, 394 pp.
- Milton, D., S. Short, M. O'Neill & S. Blaber. 1995. Ageing of three species of tropical sbapper (Lutjanidae) from the Gulf Of Carpentia, Australia, using radiometry and otolith ring counts. Fish. Bull. 93. 103-115.
- Moreno, C.A. & P.S. Rubilar. 1992. Notas sobre la mortalidad de *Dissostichus eleginoides* de la subarea 48.3. Selected Scientific Papers 9, 21-30. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Movillo, J. & N. Bahamonde. 1971. Contenido gástrico de *Dissostichus amissus* Gill y Townsend en San Antonio. Noticiario Mensual, Museo Nacional
- Oyarzún, C., M. Leible & J. Chong. 1990. Ictiofauna del cañón del Bio-Bio y áreas adyacentes en la pesquería de *Dissostichus eleginoides* Smitt 1898. Resúmenes X Jornadas de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Chile, pág.76.
- Oyarzún, C., P. Campos & H. Valeria. 1988. Adaptaciones para la flotabilidad en *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 (Pisces, Perciformes, Nototheniidae). Investigaciones Pesqueras (España), 52 (4): 455-466.
- Oyarzún, C. & P.W. Campos. 1987. *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898; consideraciones sobre su determinación taxonómica e implicancias biogeográficas (Pisces, Perciformes, Nototheniidae). Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 23(2): 173-192.
- Padilla, C., Herrera, G. & J. Zambrano. 1990. Revisión de la primera madurez sexual de la sardina española en relación a la talla y edad. Rev. Inv. Cs. Tec. Ser. Cs. Mar, UNAP. 1: 69-79.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J.Cons.int.Explor.Mer 39(2):175-192.
- Pavez P., E. Yañez, N. Salas, W. Tarky, P. Rojas & H. Flores, 1983. Estudio del bacalao de profundidad *Dissostichus amissus* como recurso pesquero en la región de Valparaíso (33°S-72°W); Evaluación biológica, tecnológica y económica. Inf. Final Secret. Reg. de Plan. y Coord. De la región de Valparaíso. Estudios y documentos Universidad de Católica de Valparaíso 1/183. 1-160.
- Penttila, J. & L.M. Dery (Eds). 1988. Age determination methods for Northwest Atlantic species. NOAA Technical Report NMFS 72.135 pp.
- Pinkas, L., M. Oliphant & L. Iverson. 1971. Foods habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California water. California Departament of Fisheries and Game, Fishery Bulletin, 152-105.
- Punt, A., T. Walker, B. Taylor & F. Pribac. 2000. Standarization of catch and effort data in a spatially-structured shark. Fisheries Research, 45: 129-145.



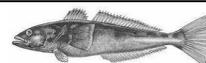
- Rickter, V.A. & V.N. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF Res.Doc., 76/VI/8:12 p.
- Roa, R., B. Ernst & F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. Fish. Bul. 97: 570-580.
- Rossouw, G. 1984. Age and growth of the sand shark, *Rhinobatus annulatus*, in Algoa Bay, South Africa. Can. J. Fish. Aquat. Sci. : 213-221.
- Rubilar, P. C. Moreno, & A. Zuleta, 1999. Edad y crecimiento de *Dissostichus eleginoides* (Pisces: Notheniidae) en la costa centro-sur de Chile (38°19' a 43°). Rev. Chilena de Hist. Nat. 72: 285-296.
- Salamanca, M. 1998. Determinación de las edades radiométricas en el “pez espada” *Xiphias gladius*. Informe Proyecto Especial Subsecretaría de Pesca.
- Schell, S. 1970. How to know the tapeworms. W.M. C Brown Company Publications. 266 pp.
- Shotter, R.A. 1973. Changes in the parasite fauna of whiting *Odontogadus merlangus* L. with age and sex of host, season, and from different areas in the vicinity of the Isle of Man. J. Fish. Biol 5: 559-573.
- Shust, K.V, P.S. Gasiukov, R.S. Dorovskikh & Bakenzhin. 1991. The state of *Dissostichus eleginoides* Stock and Tac for 1990-91 in subarea 48°3 (South Georgia). Document WG-FSA-90/34. Commission for Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR), Hobart, Australia.
- Smith, J. y R. Wooten. 1978. Anisakis and Anisakiosis. Advances in Parasitology, 16: 1-376.
- Smith, J. N., S.E. Campana, R. Nelson. 1991. “Use of ²¹⁰Pb/²²⁶Ra and ²²⁸Th/²²⁸Ra disequilibria in the ageing of otoliths of marine fish”. Els. Appl. Sci. Stol. London, U.K. 393 pág.
- Stevens, J.D., R. Bonfil, N.K. Dulvy. & P.A. Walker. 2000. The effects of fishing on shark, ray, and chimaeras (Chondrichthyans), and implications for marine ecosystems. ICES Journal of Marine science 57: 476-494.
- Stewart, B., G. Fenton, D. Smith & A. Short. 1995. Validation of otolith-increment age estimates by deepwater fish species, the warty oreo *Alloctytus verrucosus*, by radiometric analysis. Mar. Biol. 123: 29-38.
- Turekian, K. K., J. K. Cochran, D. P. Kharkan, R. M. Cerrato, J. Rimas, H. L. Sanders, J. F. Grassle & J. A. Allen. 1975. “Slow growth of a deep-sea clam determined by ²²⁸Ra chronology”. Pros. Nat. Acad. Sci. USA. 72 (7): 2829-2832.
- Turekian, K. K., J. K. Cochran & Y. Nozaki. 1979. “Growth rate of a clam from the Galápagos Rise hot spring field using natural radionuclide ratios”. Nature. 280 (5721): 385 - 387.
- Turekian, K. K. & J. K. Cochran. 1981. “Growth rate of a Vesicomys clam from the Galápagos Spreading Center”. Science. 214: 909 - 911.
- Turekian, K. K., J. K. Cochran & Y. Nozaki. 1982. “Determination of shell deposition rates of *Arctica islandica* from the New York Bight. Using natural ²²⁸Ra and ²²⁸Th and bomb-produced ¹⁴C”. Limnol. Oceanogr. 27 (40): 737 - 741.
- Watters, D. L. 1995. Age determination and confirmation from otoliths of the bank rockfish, *Sebastes rufus* (Scorpenidae). M.S. thesis, California State University, San Jose Calif.
- Yamaguti, S. 1959. Systema helminthum. The cestodes of vertebrates. Interscience Publications, New York. 2: 1-860.
- Yamaguti, S. 1963. Systema helminthum. The Acantocephala. Interscience Publications, New York. 5: 1-423.
- Yañez, E. & L. Pizarro. 1984. Análisis del rendimiento por recluta del bacalao de profundidad (*Dissostichus amissus* Gill & Townsend 1901) en la región de Valparaíso (33S-72W). Investigaciones Marinas, Valparaíso, 12: 87-92.
- Young, Z., J. Oliva, A. Olivares & E. Díaz. 1999. Aspectos reproductivos del recurso bacalao de profundidad. Informes Técnicos FIP, FIP – IT/96-16, 52 p. + anexos
- Young, Z., H. González & P. Gálvez. 1997. Análisis de la captura y del esfuerzo de pesca en la pesquería de Bacalao de Profundidad en la zona Centro-Sur. Informes Técnicos FIP, FIP-IT/96-32, 63 p. + anexos
- Young Z., R. Gili & L. Cid. 1995. Prospección de Bacalao de profundidad entre las latitudes 43° y 47° S. Inf. técn. IFOP/SUBPESCA. 47P.



- Young Z., R. Bustos, M. Aguayo , R. Gili , C. Vera , J. Saleter, L. Cid & A. Muñoz 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías demersales (peces) zona Centro-Sur 1986. Estado de Situación del recurso, CORFO/IFOP.
- Zacharov G. P. & Z.A. Frolkina 1976. Some data on distribution and biology of the patagonian tothfish (*Dissostichus eleginoides* Smitt) occurring in the Southwest Atlantic (in Russian).Trudy AtlantNIRO 65: 143-150.
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A., 405 p.
- Zhivov, V.V. & M. Krivoruchko. 1990. On the biology of the Patagonian Toothfish, *Dissostichus eleginoides*, of the Antarctic part of the Atlantic. J.of Ichthyology 30(7): 142-146.
- Zuleta, A., C. Moreno, P. Rubilar, & J. Guerra. 1998. Modelo de estrategias de explotación del bacalao de profundidad bajo incertidumbre del tamaño y rendimiento sustentable del stock. Informes Técnicos FIP, FIP – IT/96-41, 158 p.
- Zuleta, A. & C.A. Moreno. 1992. Catch at age analysis applied to new fisheries: the case of *Dissostichus eleginoides*. Selected Scientific Papers. SC-CAMLR-SSP/9, 3-9 p. CCAMLR, Hobart, Australia.



9. ANEXO FIGURAS



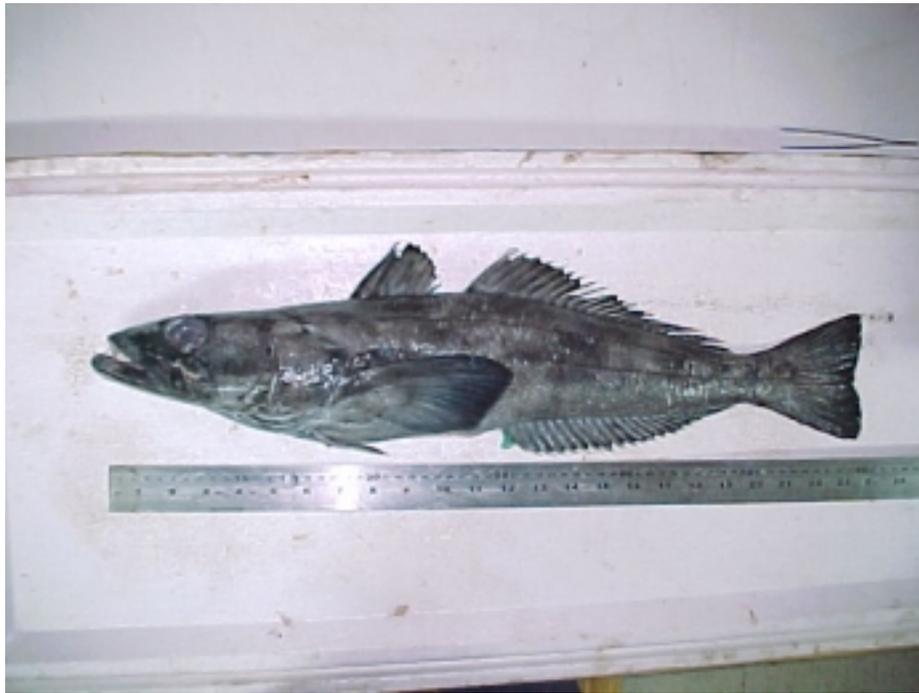


Figura 1. Fotografía de un ejemplar de *Dissostichus eleginoides* en vista lateral (LT=61 cm).

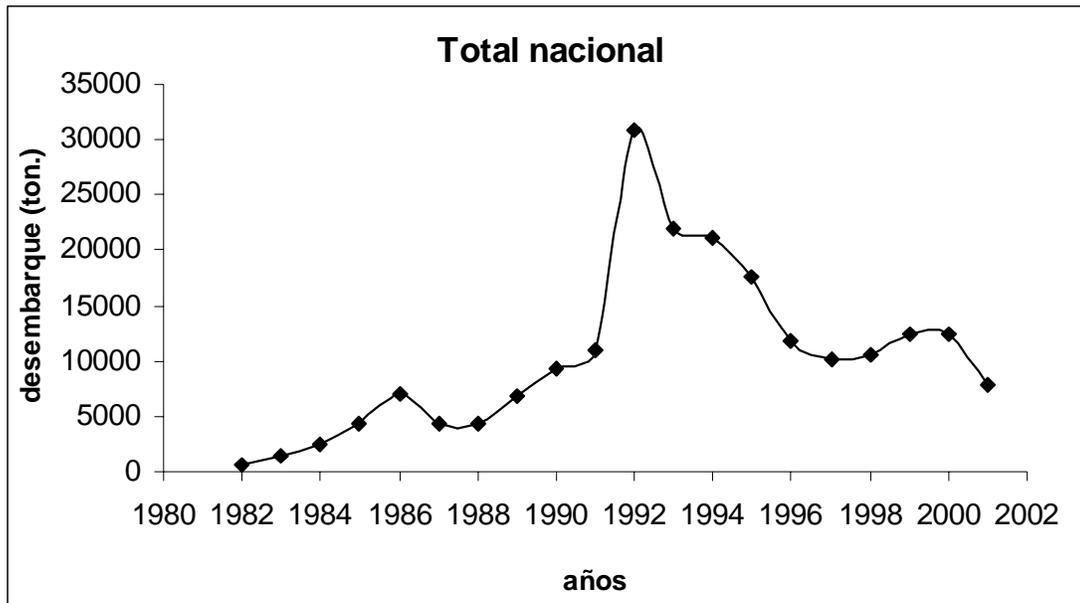
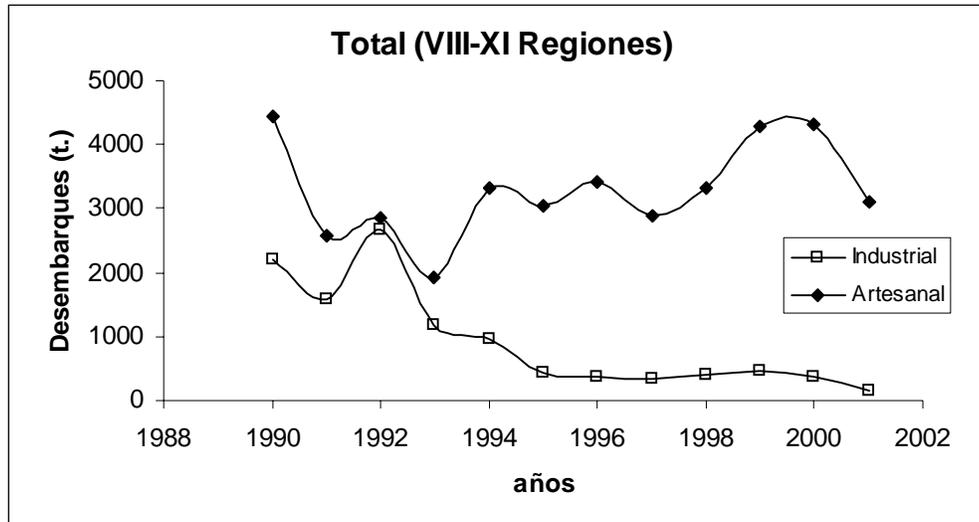


Figura 2. Desembarque total nacional de bacalao de profundidad entre los años 1981 y 2001 (Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca).



a)



b)

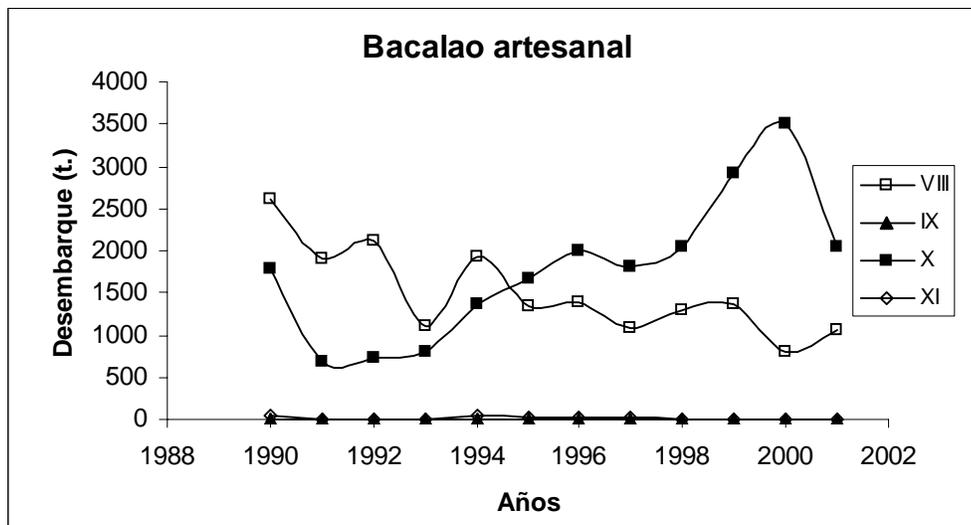


Figura 3. Desembarque de bacalao de profundidad durante el periodo 1990-2001 para: a) pesquería artesanal e industrial entre la VIII y XI Regiones, y b) pesquería artesanal por Región entre la VIII y XI Regiones (Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca).



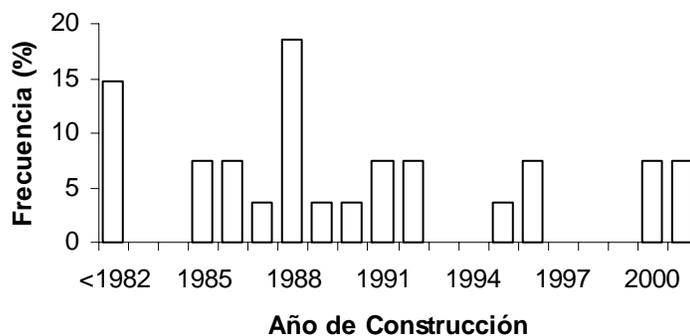


Figura 4. Antigüedad de la flota de Lebu (n = 43).

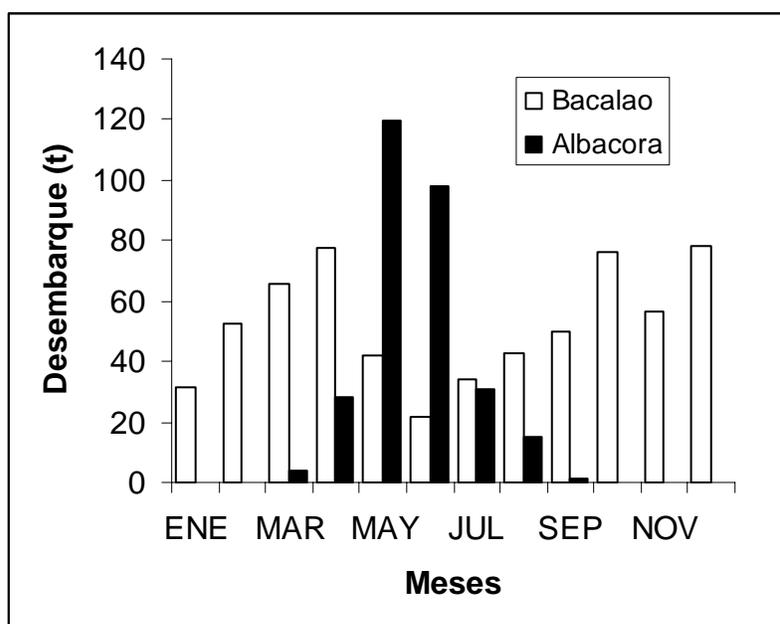
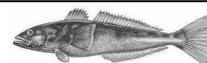


Figura 5. Estacionalidad del desembarque de bacalao de profundidad y albacora en Lebu, VIII Región (período: 1997-2000, Fuente: SERNAPESCA).



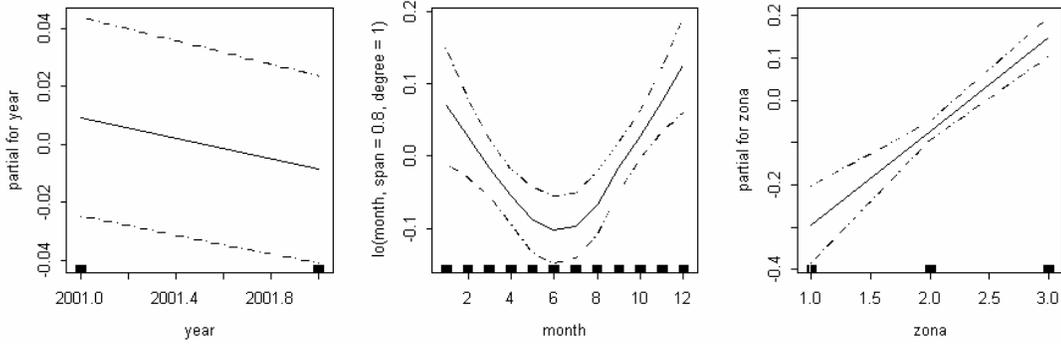


Figura 6. Análisis exploratorio del rendimiento (kg/dfp) del Bacalao de Profundidad en Chile central (Zonas: 1 = V–VII Regiones; 2 = VIII–IX Regiones; 3 = X–XI Regiones y aguas interiores).

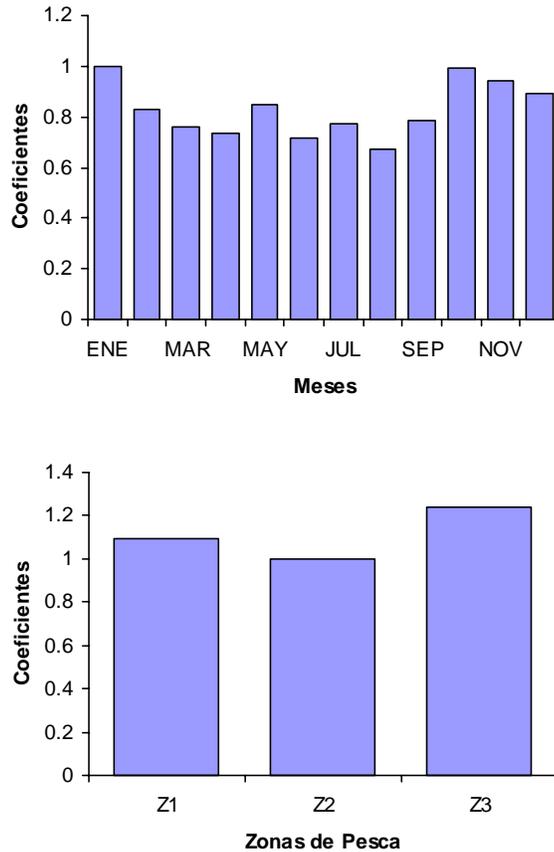


Figura 7. Coeficientes asociados a los factores mes y zona de pesca en el periodo 2001-2002. Pesquería de bacalao de profundidad.



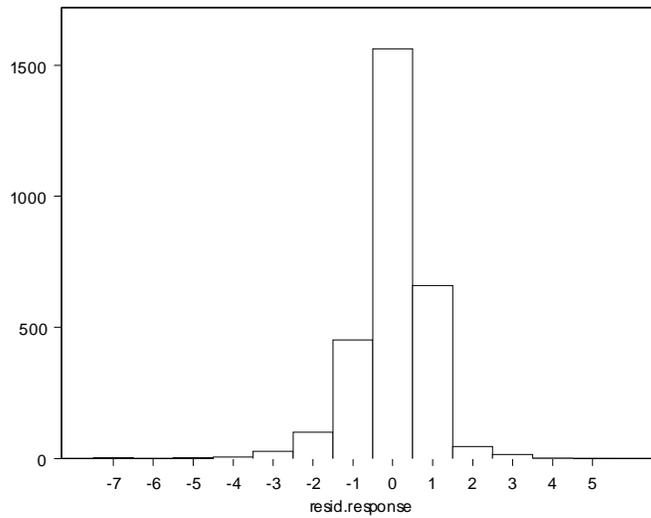


Figura 8. Distribución de los residuales del modelo. Pesquería de bacalao de profundidad 2001-2002.

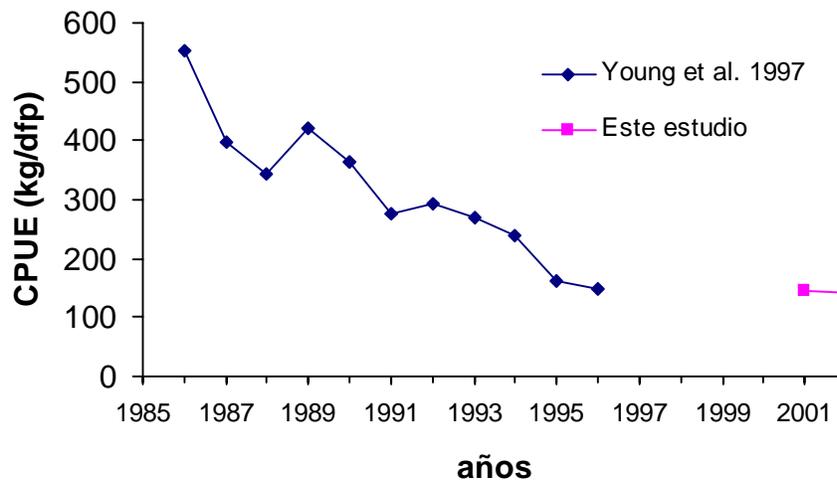


Figura 9. Tendencia en la CPUE desde 1985 a 1996 (Young *et al.*, 1997) con la obtenida en el presente estudio (2001-2002). Pesquería de bacalao de profundidad.



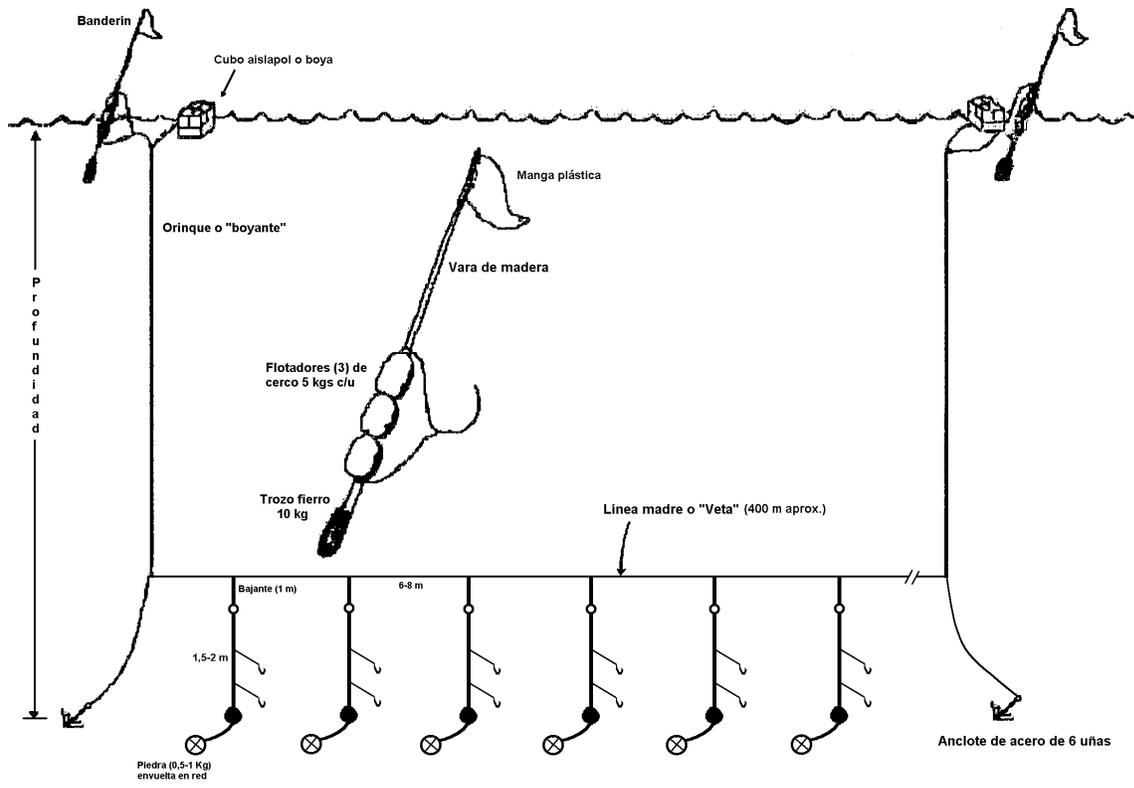


Figura 10. Diagrama del aparejo de pesca empleado para la extracción de bacalao de profundidad.



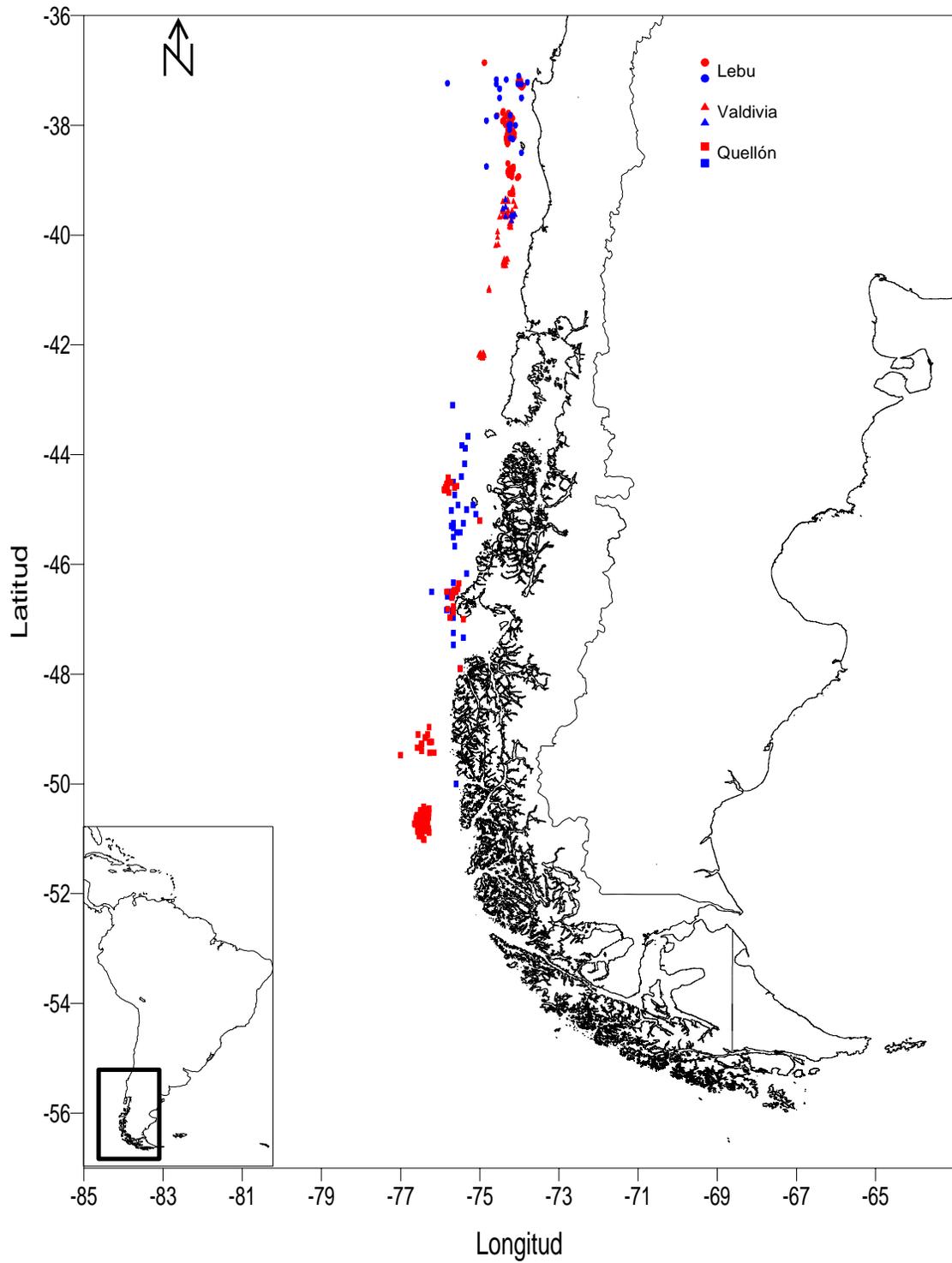


Figura 11. Posición georeferenciada de los lances de pesca efectuados por la flota artesanal en las tres localidades de muestreo (rojo: muestreo biológico; azul: muestreo de frecuencia del desembarque).



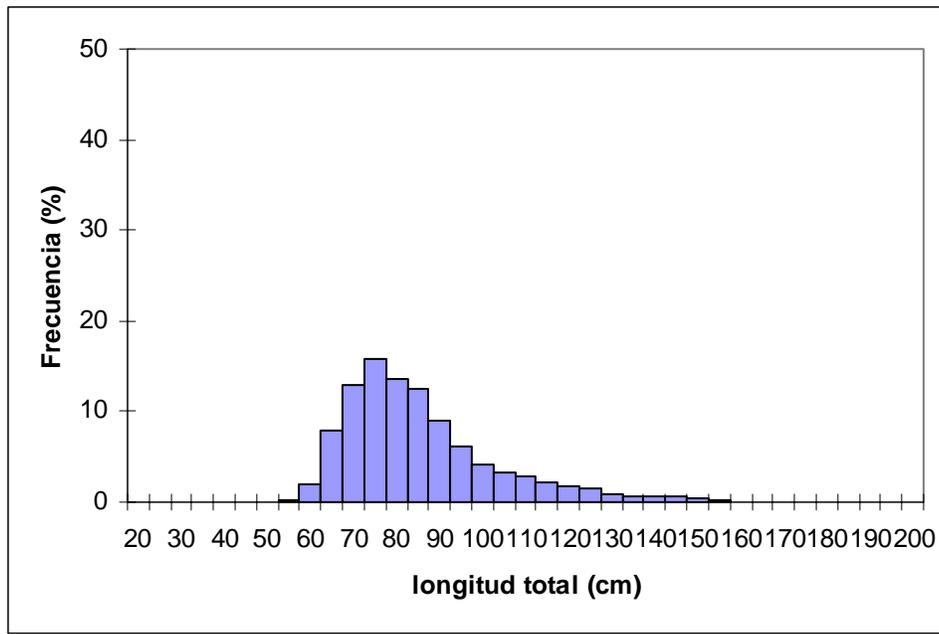


Figura 12. Distribución de frecuencia de tamaños para el total de bacalao de profundidad (n=5.416)

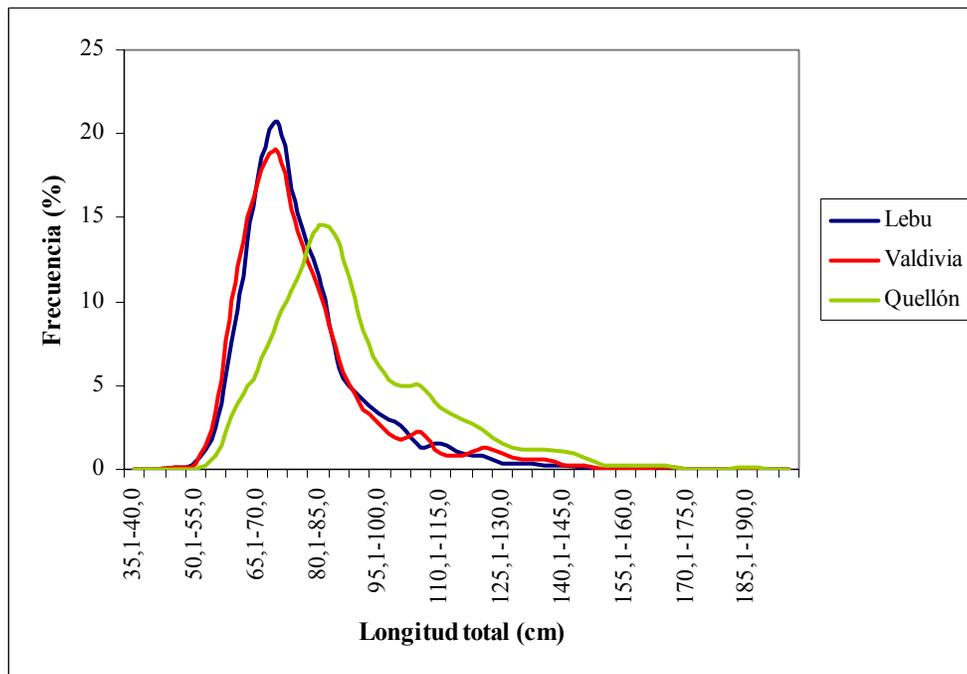


Figura 13. Distribución de frecuencia de tamaños de bacalao de profundidad en Lebu (n=2.255), Valdivia (n=1.087) y Quellón (n=2.074).

a)

b)



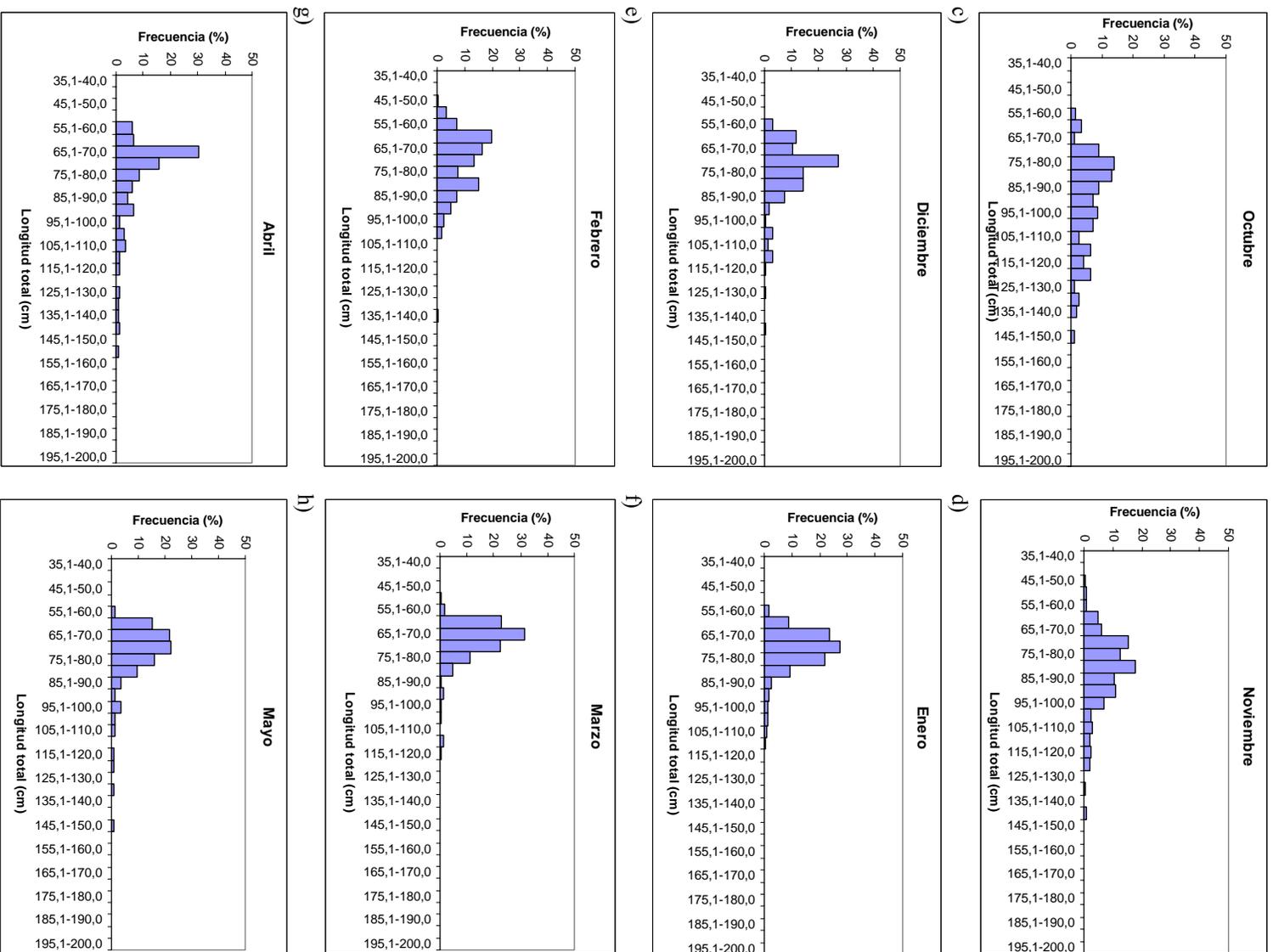


Figura 14. Distribución de frecuencias de tamaño de bacalao de profundidad para la localidad de Lebu entre octubre de 2001 y octubre de 2002.



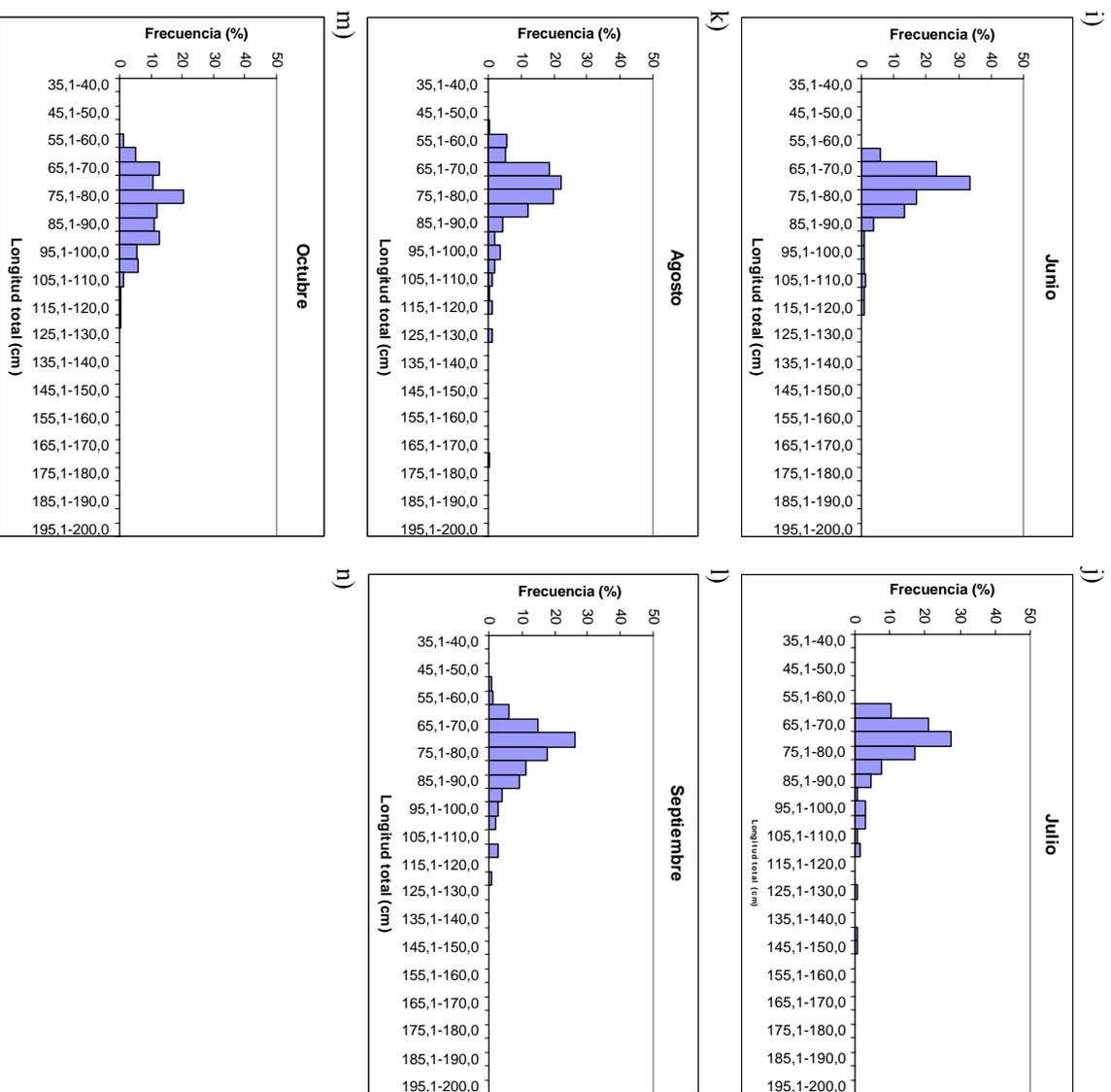


Figura 14. (Cont.). Distribución de frecuencias de tamaño de bacalao de profundidad para la localidad de Lebu entre octubre de 2001 y octubre de 2002.



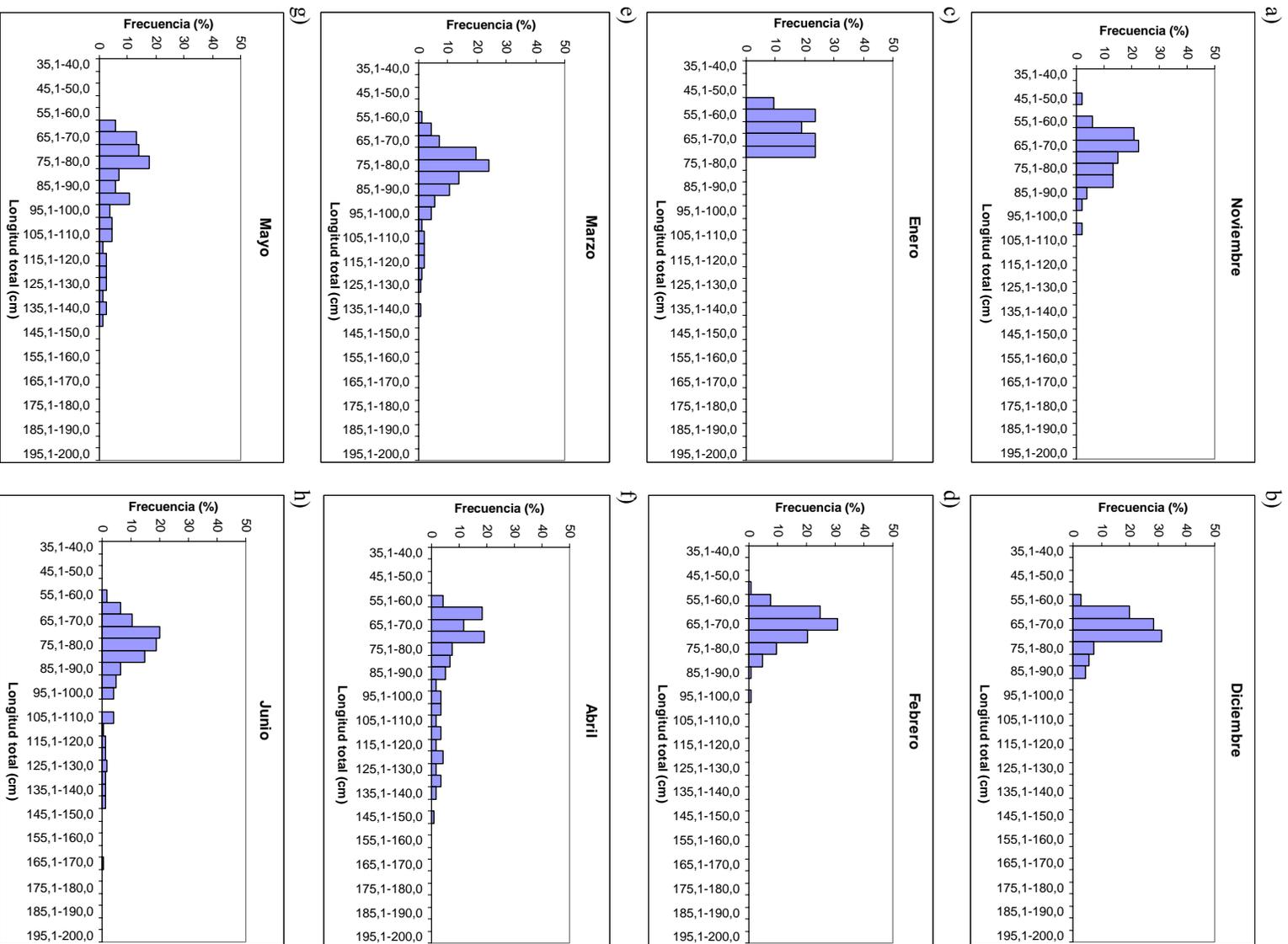


Figura 15. Distribución de frecuencias de tamaño de bacalao de profundidad para la localidad de Valdivia entre noviembre de 2001 y octubre de 2002.



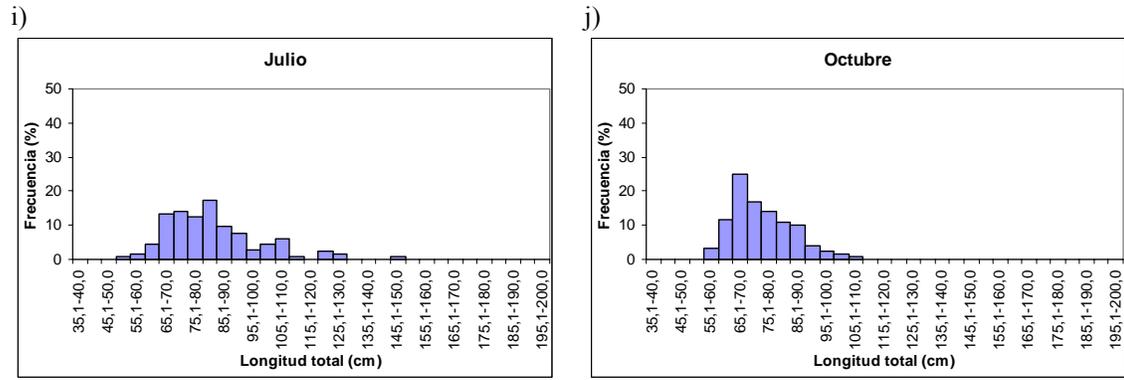


Figura 15. (Cont.). Distribución de frecuencias de tamaño de bacalao de profundidad para la localidad de Valdivia entre noviembre de 2001 y octubre de 2002.



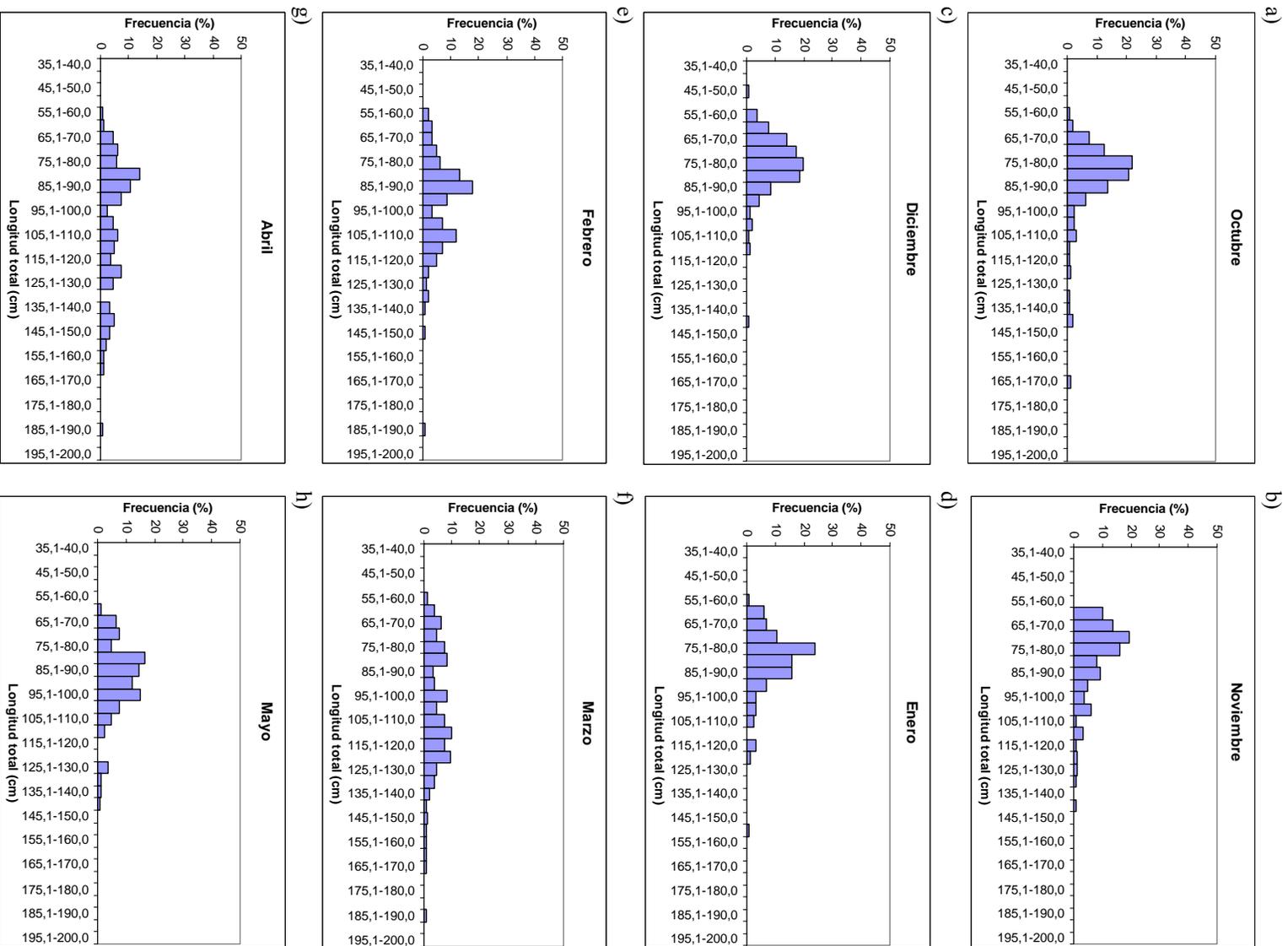


Figura 16. Distribución de frecuencias de tamaño de bacalao de profundidad para la localidad de Quellón entre octubre de 2001 y octubre de 2002.



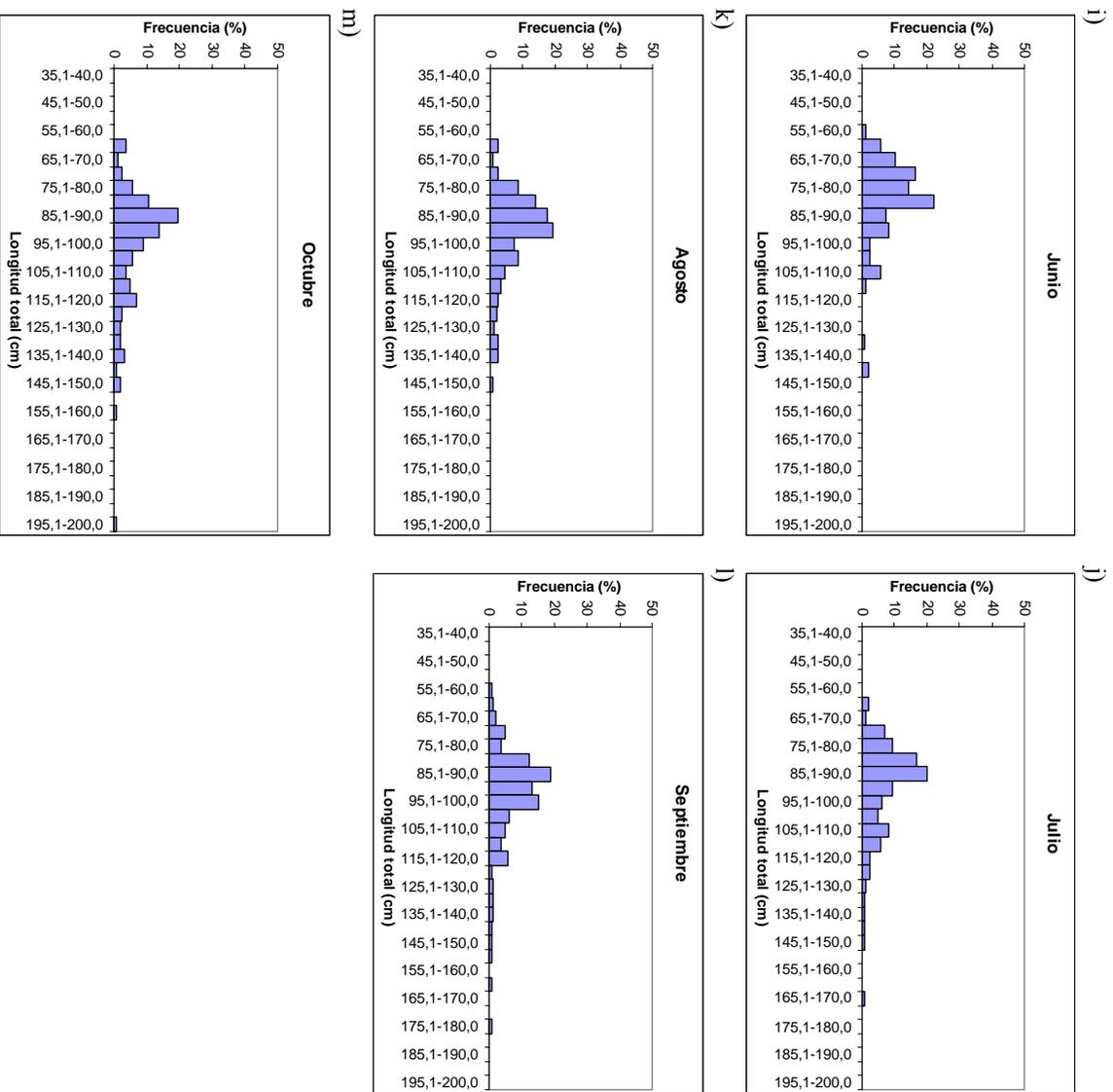
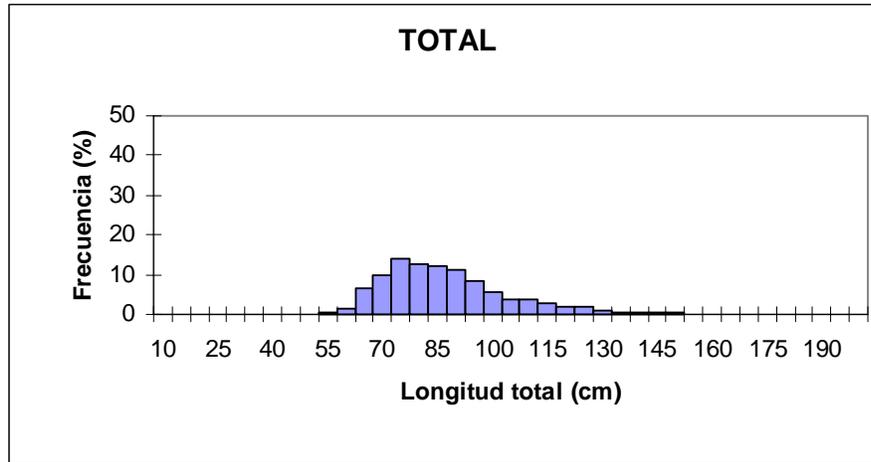


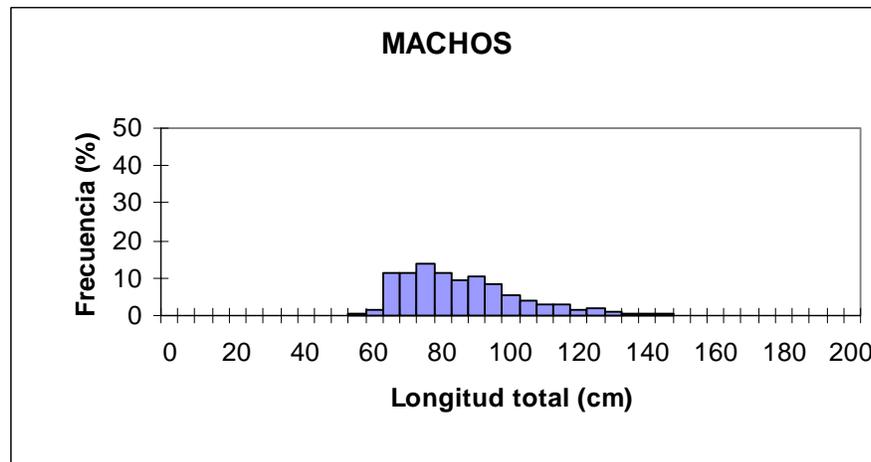
Figura 16. (Cont.). Distribución de frecuencias de tamaño de bacalao de profundidad para la localidad de Quellón entre octubre de 2001 y octubre de 2002.



a)



b)



c)

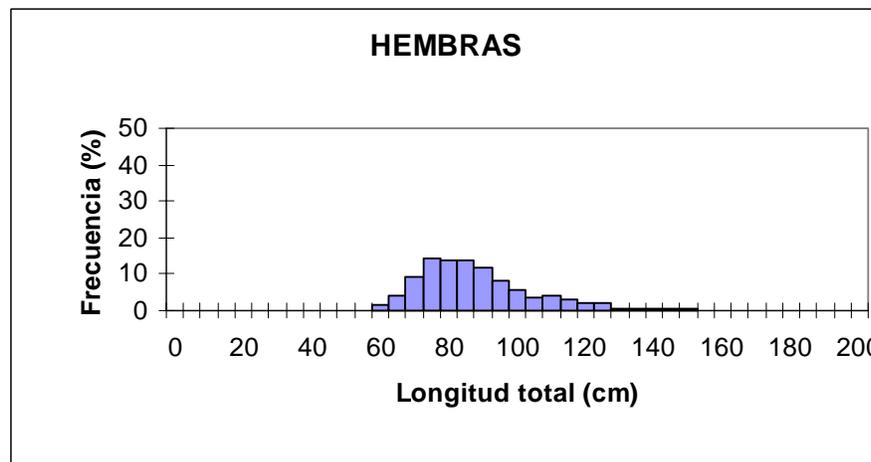


Figura 17. Distribución de frecuencias de talla para bacalao de profundidad obtenidos del muestreo biológico a) Total (n=2.083), b) Machos (n=712) y c) Hembras (n=1.353).



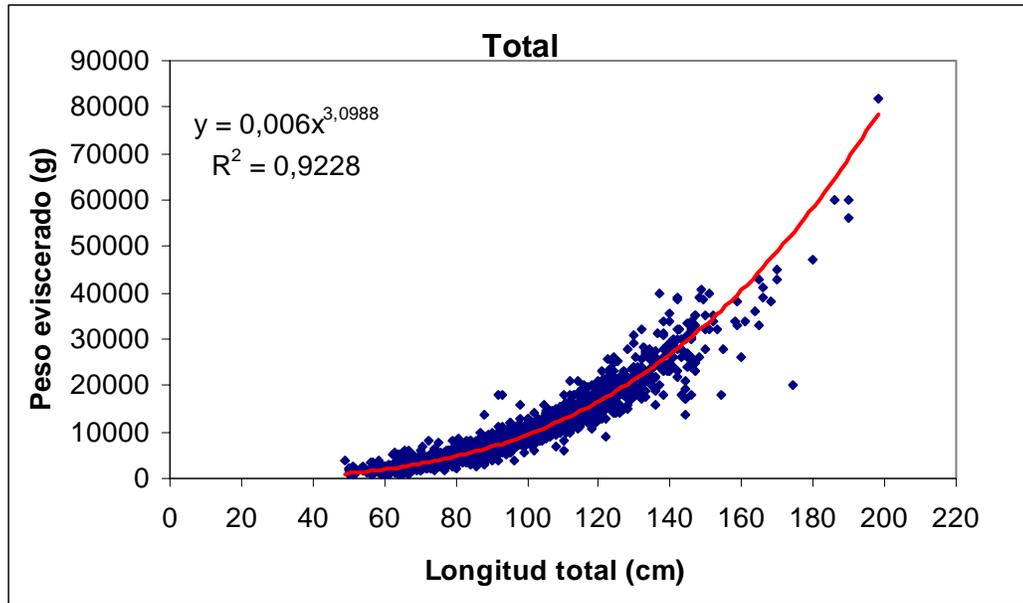
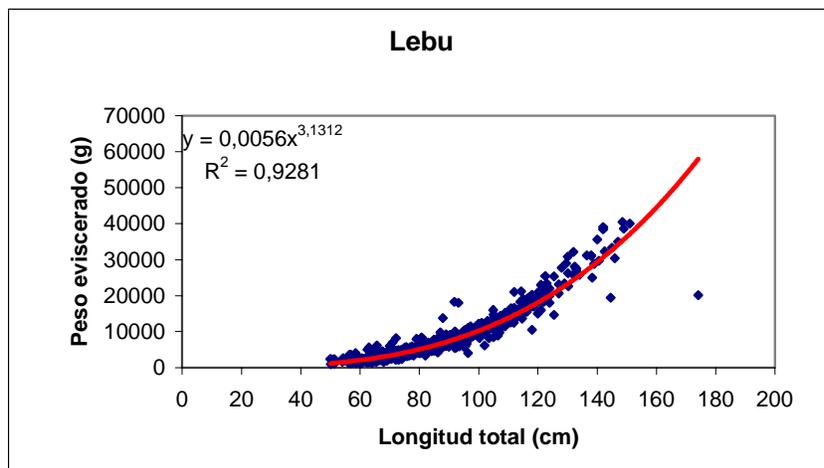


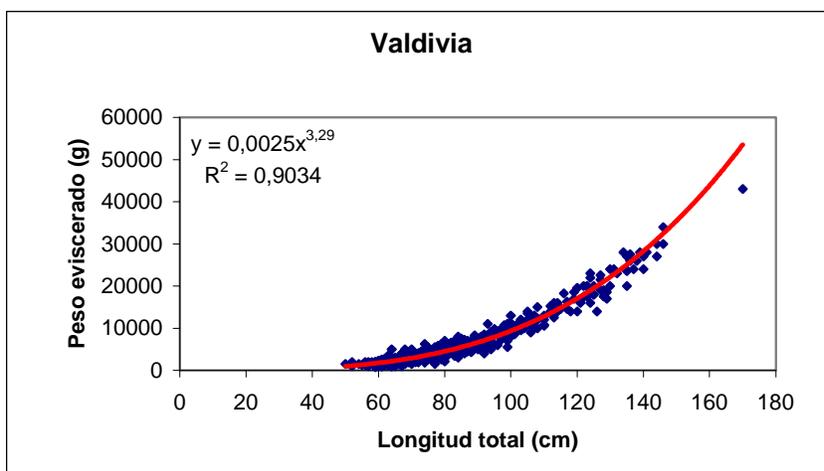
Figura 18. Relación longitud-peso eviscerado para el total de bacalao de profundidad (n=5.416)



a)



b)



c)

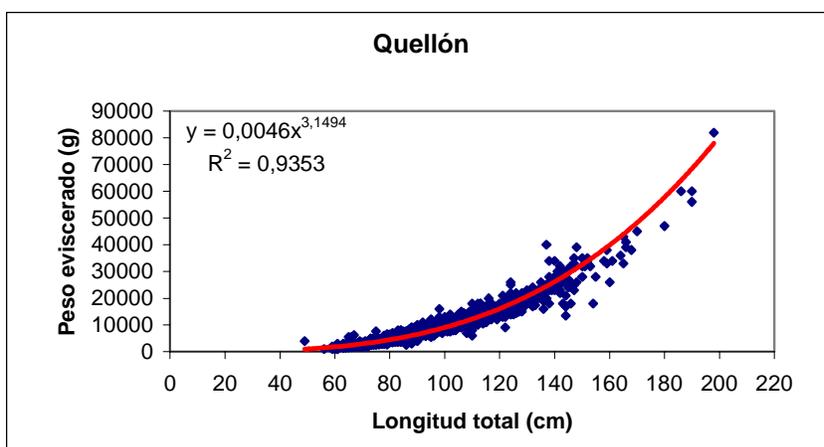
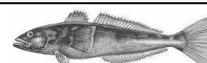
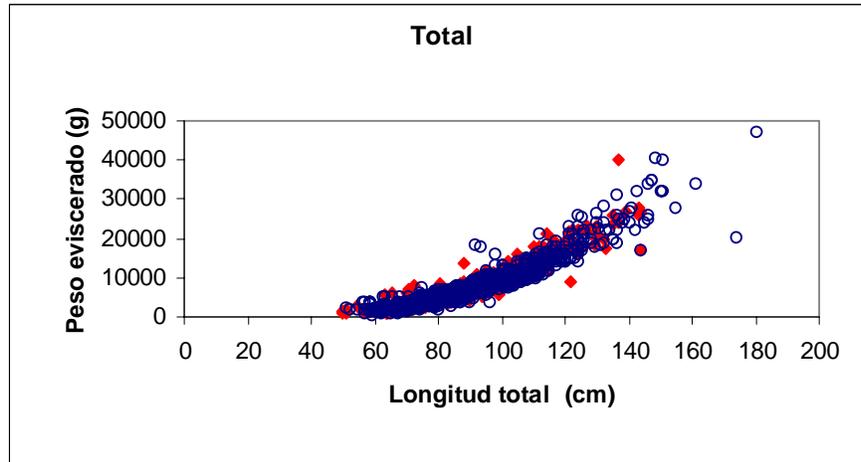


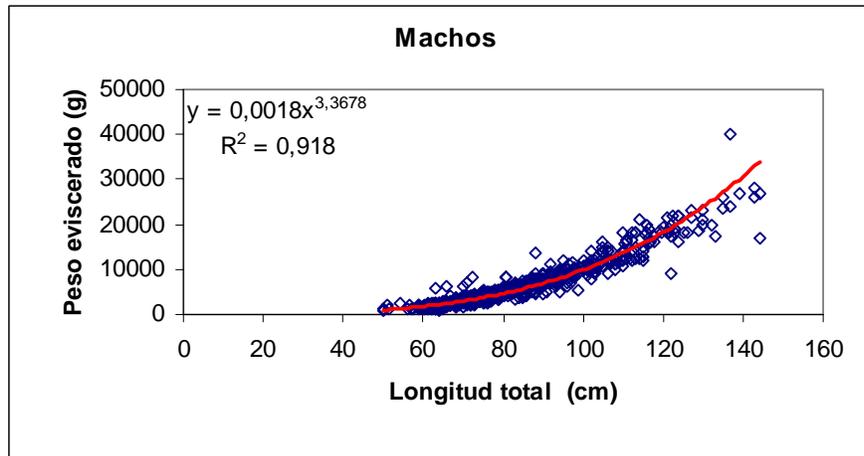
Figura 19. Relación longitud peso eviscerado de bacalao de profundidad en a) Lebu (n=2.255), b) Valdivia (n=1.087) y c) Quellón (n=2.074).



a)



b)



c)

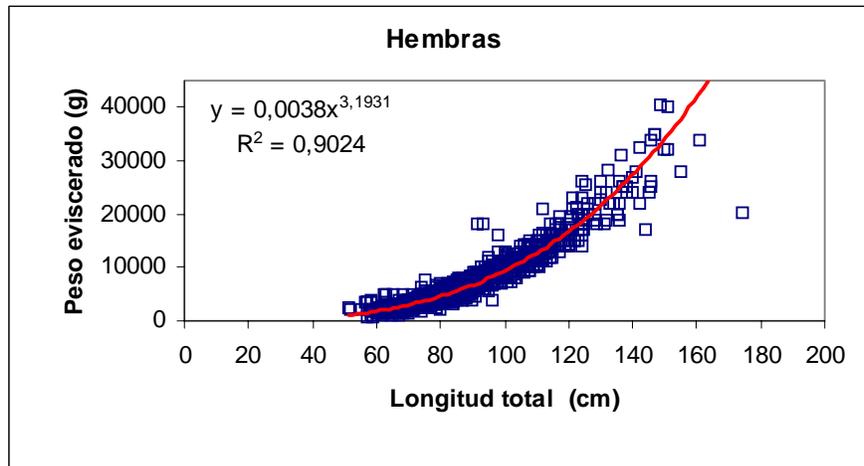
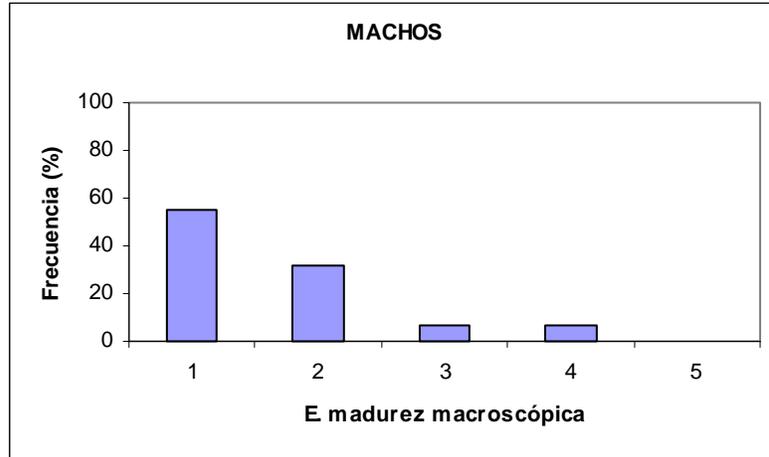


Figura 20. Relación longitud peso total de bacalao de profundidad obtenidos del muestreo biológico para a) Total, rojo: machos; azul: hembras (n=2.083); b) Machos (n=712) y c) Hembras (n=1.353).



a)



b)

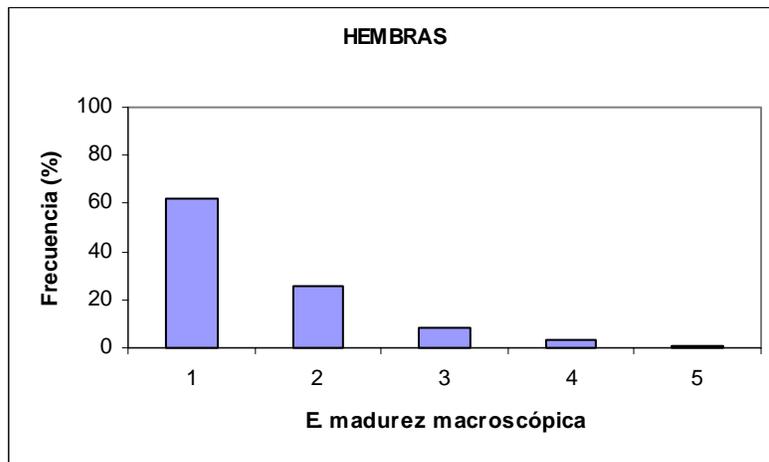


Figura 21. Distribución de frecuencia total (%) de los distintos estados de madurez macroscópicas de *D. eleginoides* para a) machos (n=703) y b) hembras (n=1.332)



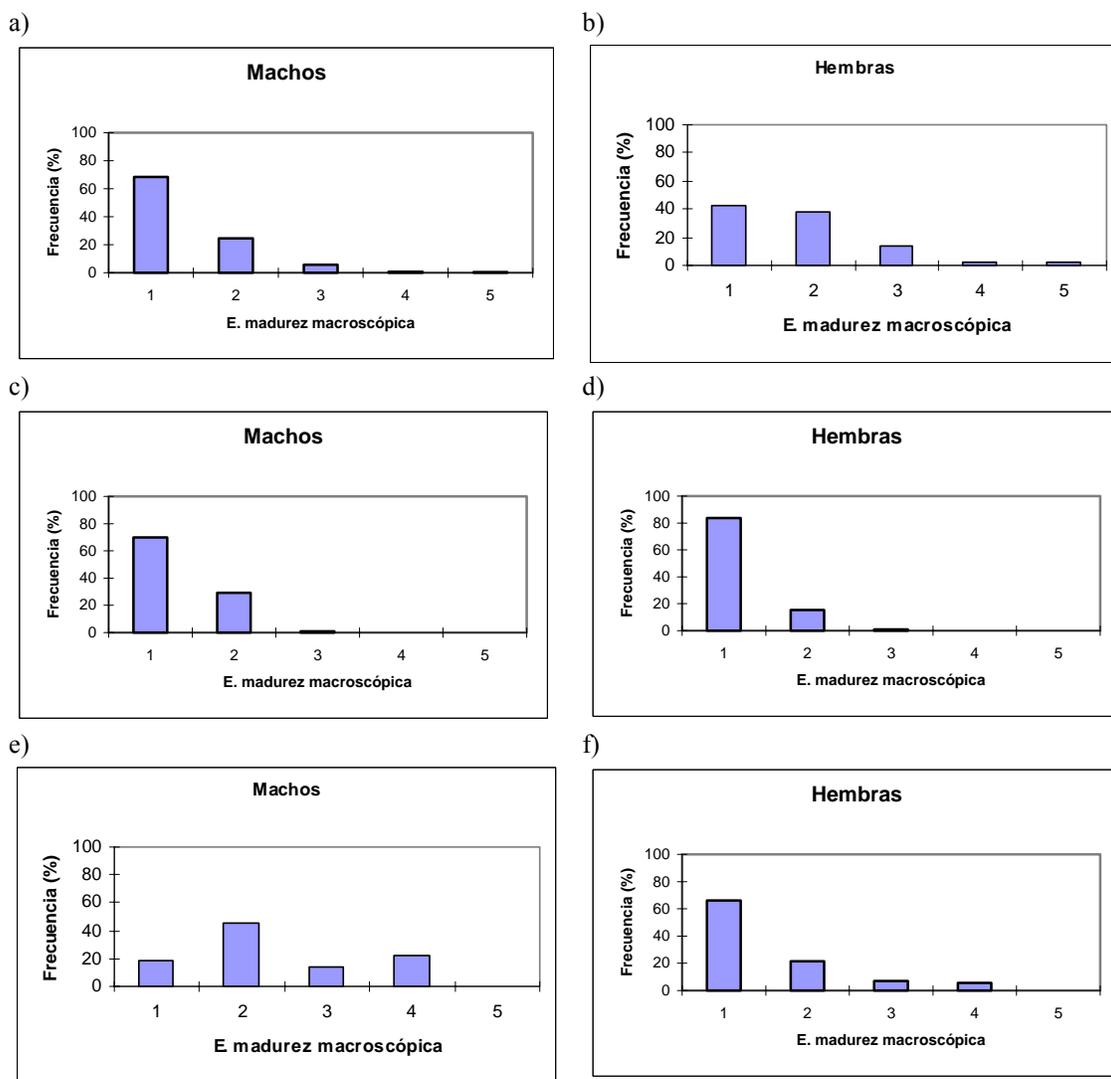
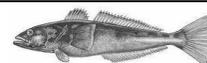


Figura 22. Distribución de frecuencia (%) de los distintos estados de madurez macroscópicas para machos y hembras de *D. eleginoides* en Lebu (a y b); Valdivia (c y d) y Quellón (e y f).



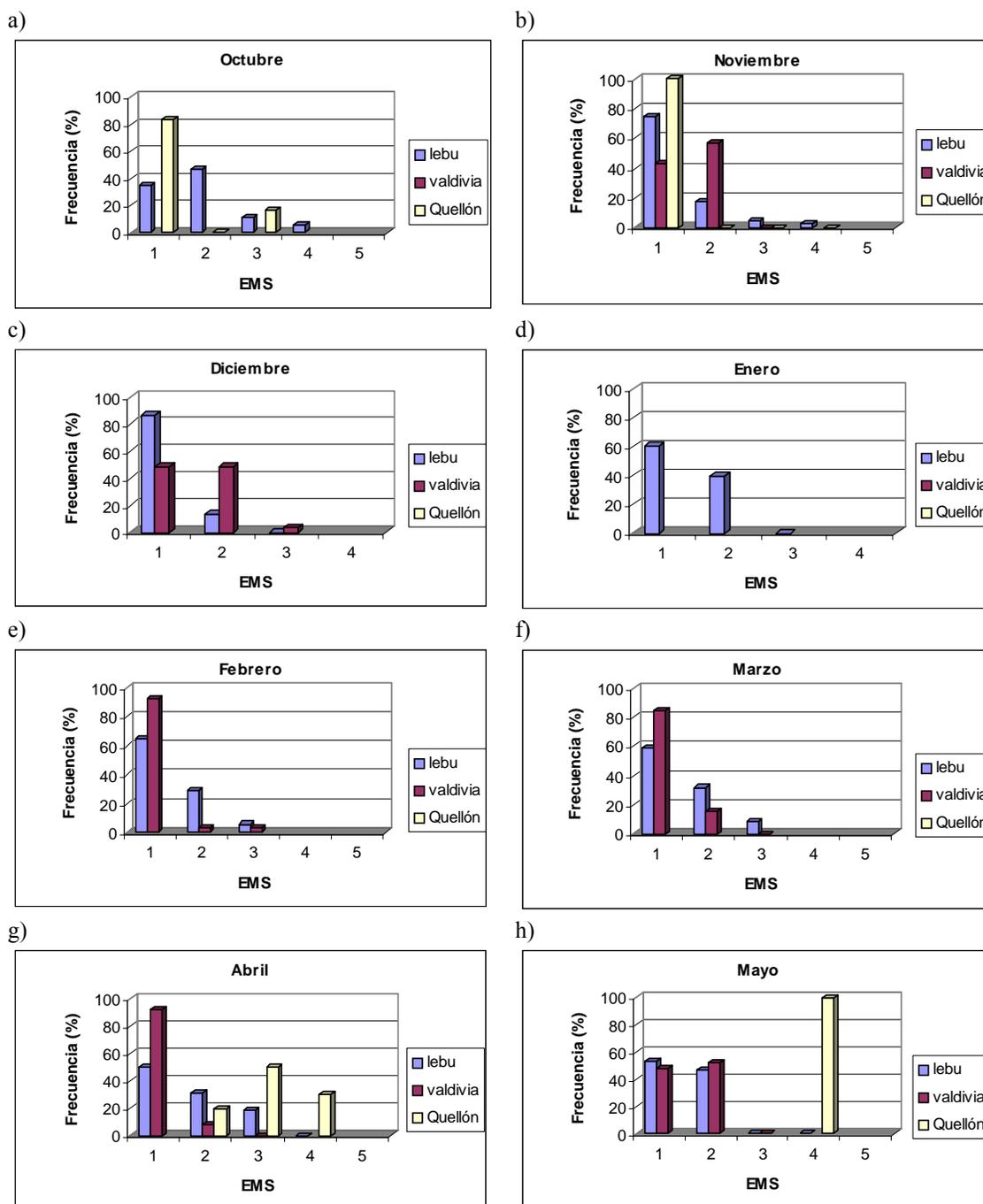
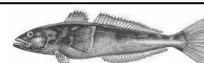


Figura 23. Distribución de frecuencia (%) de los distintos estados de madurez macroscópicas para machos de *D. eleginoides*.



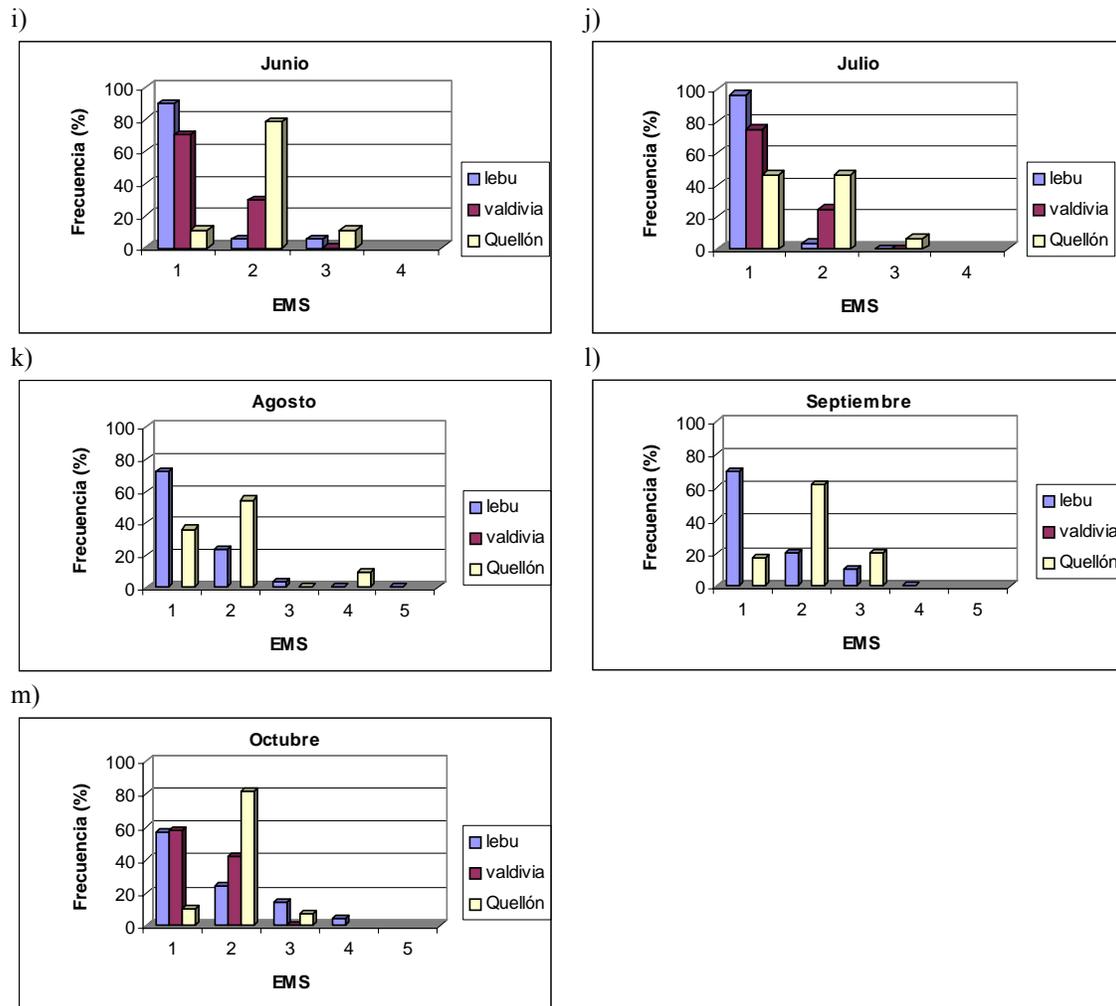
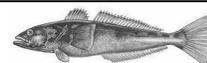


Figura 23. (Cont.). Distribución de frecuencia (%) de los distintos estados de madurez macroscópicas para machos de *D. eleginoides*.



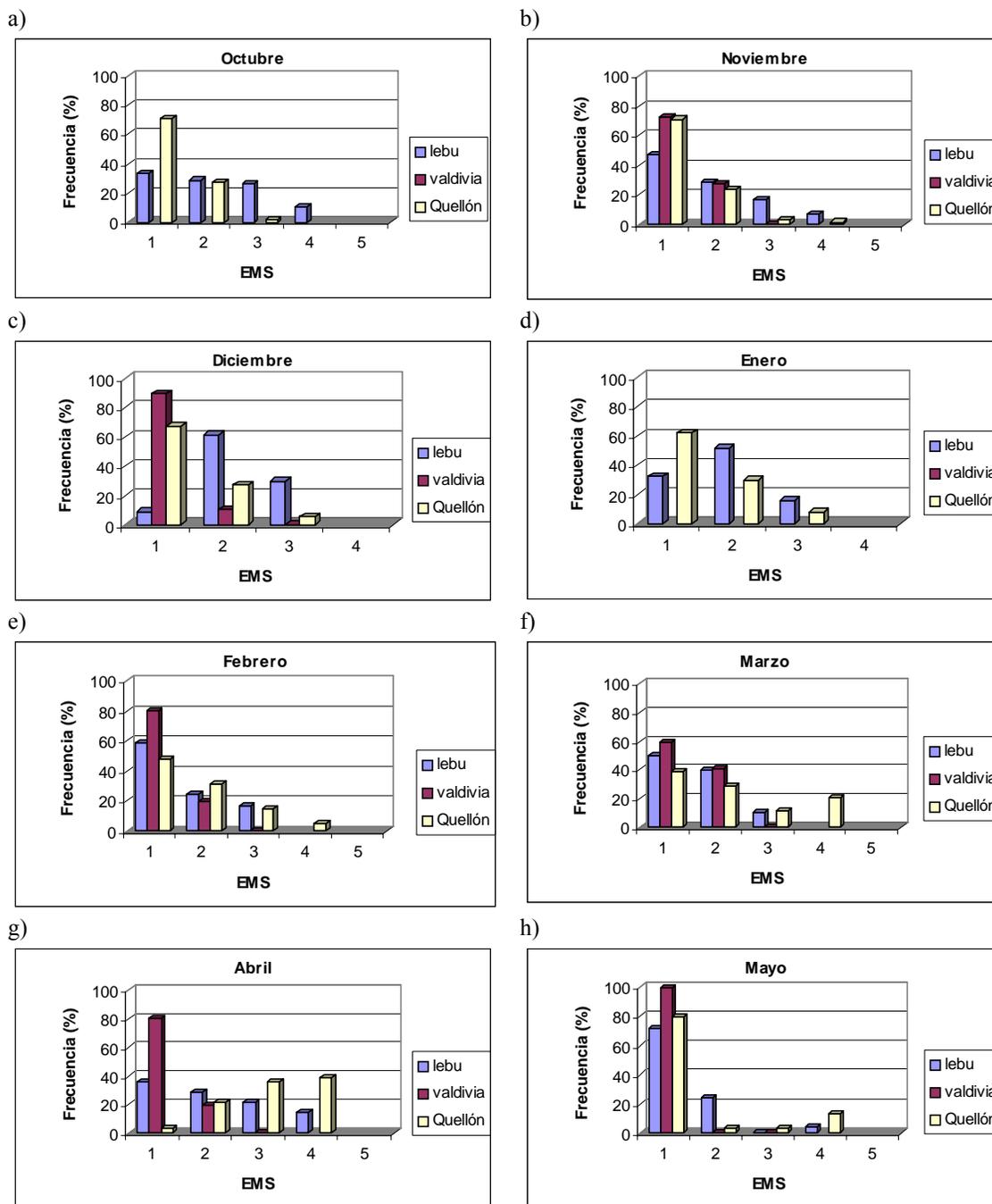
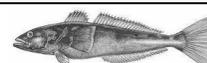


Figura 24. Distribución de frecuencia (%) de los distintos estados de madurez macroscópica para hembras de *D. eleginoides*.



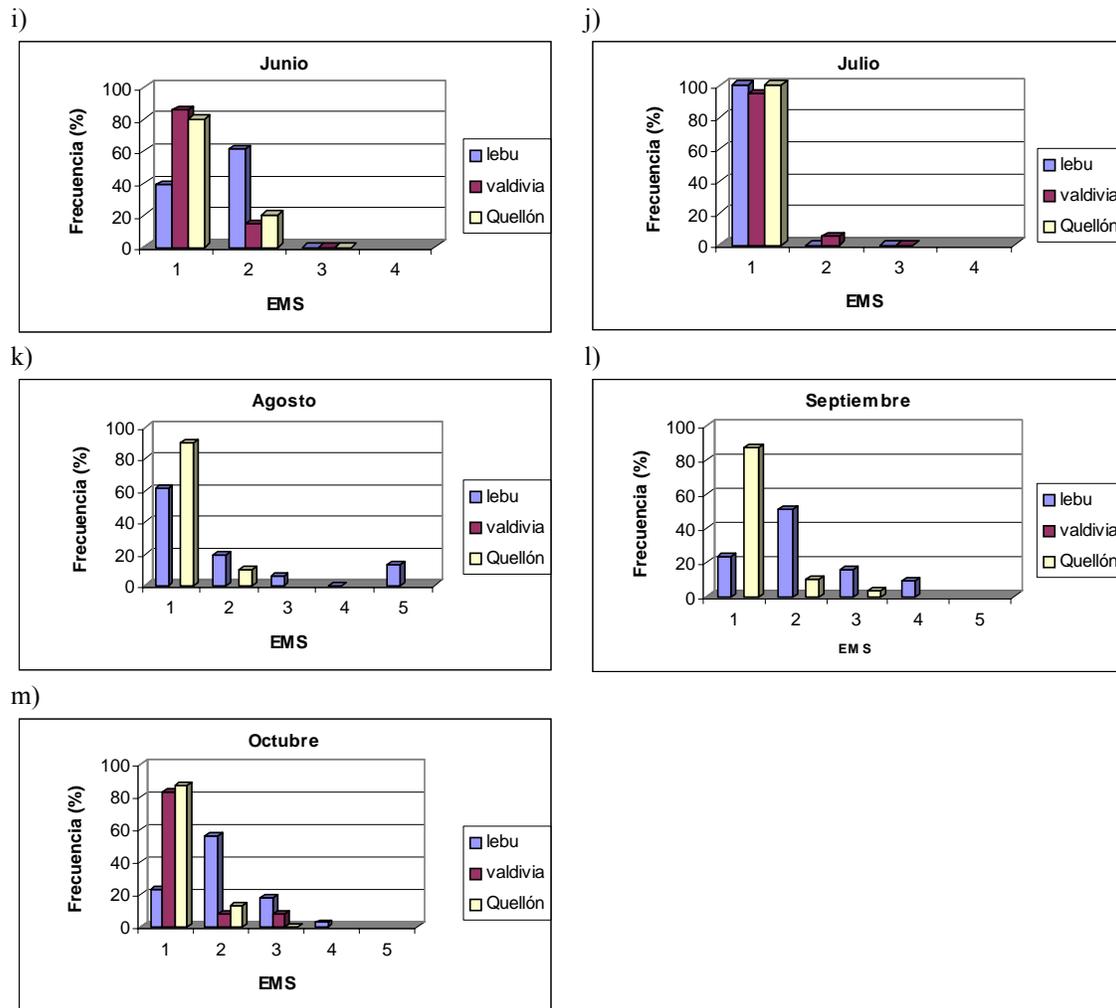
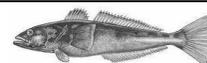
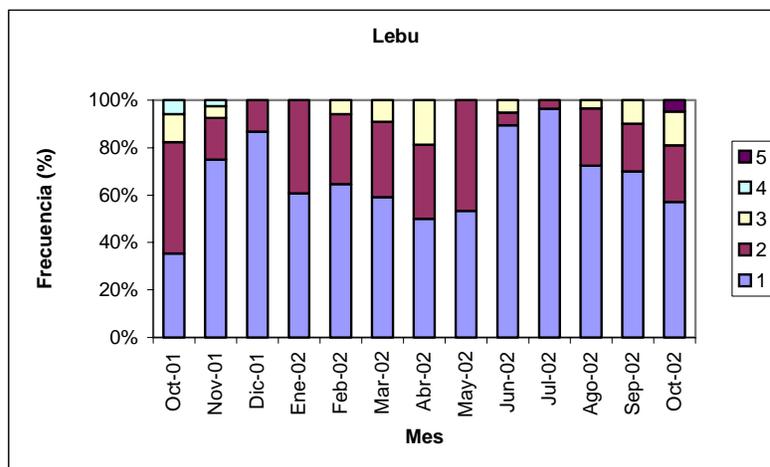


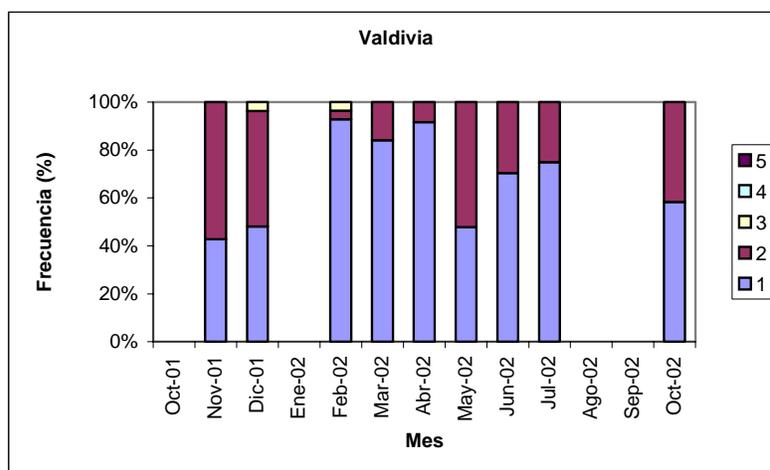
Figura 24. (Cont.). Distribución de frecuencia (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos para hembras de *D. eginoides*.



a)



b)



c)

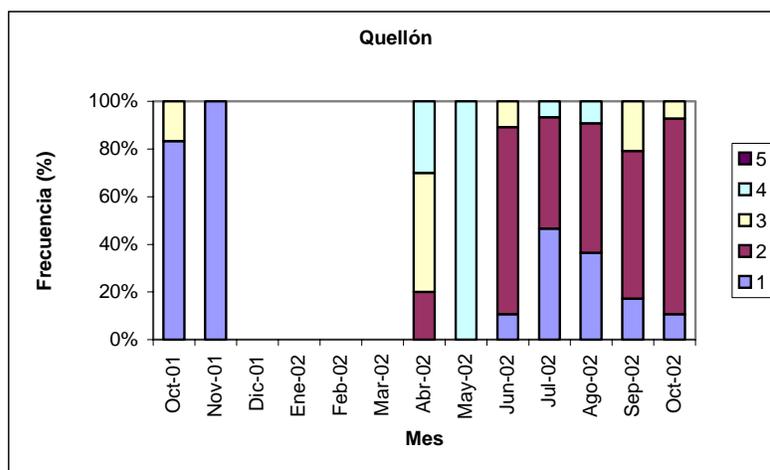
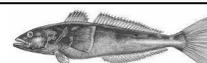
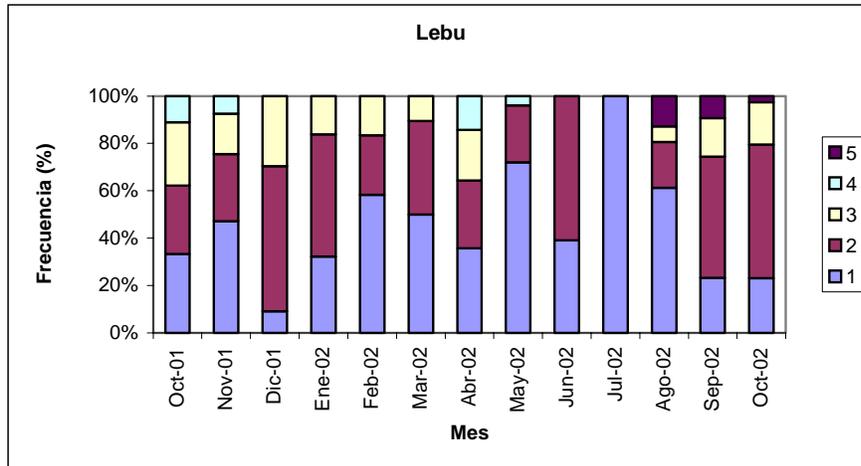


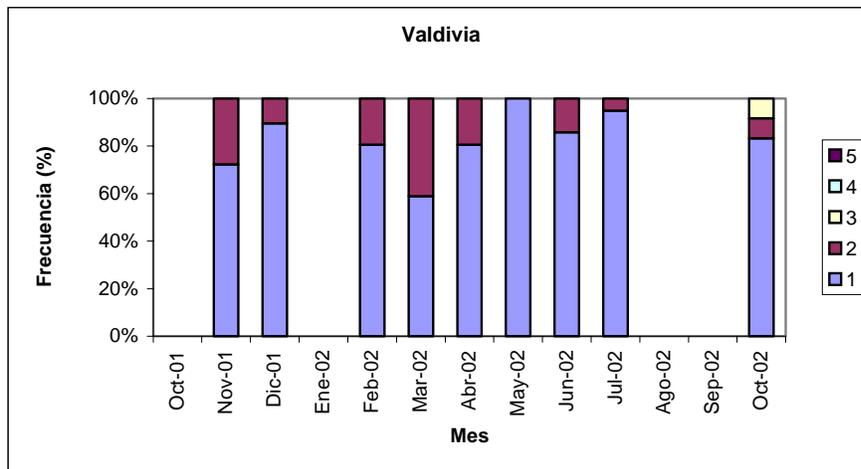
Figura 25. Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópicas de *D. eleginoides* para machos en las tres localidades de estudio, a) Lebu, b) Valdivia y c) Quellón.



a)



b)



c)

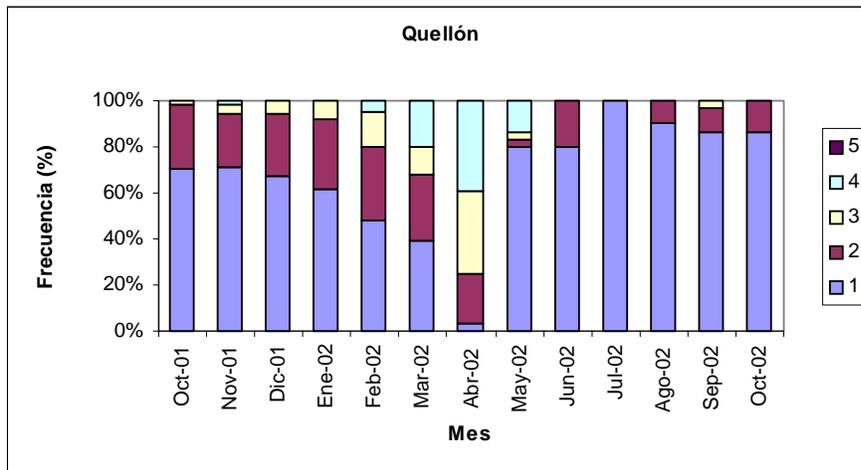
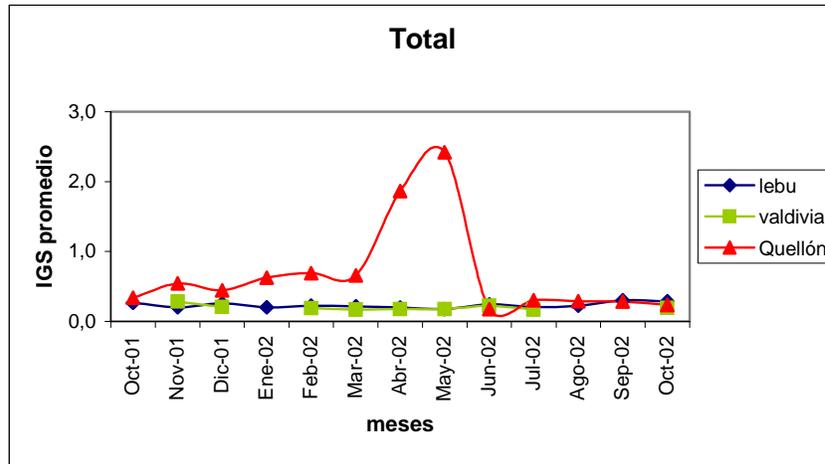


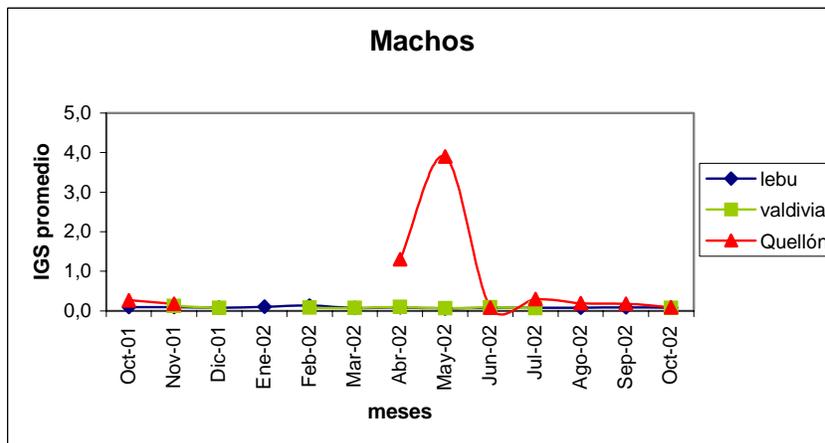
Figura 26. Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópicas de *D. eleginoides* para hembras en las tres localidades de estudio, a) Lebu, b) Valdivia y c) Quellón.



a)



b)



c)

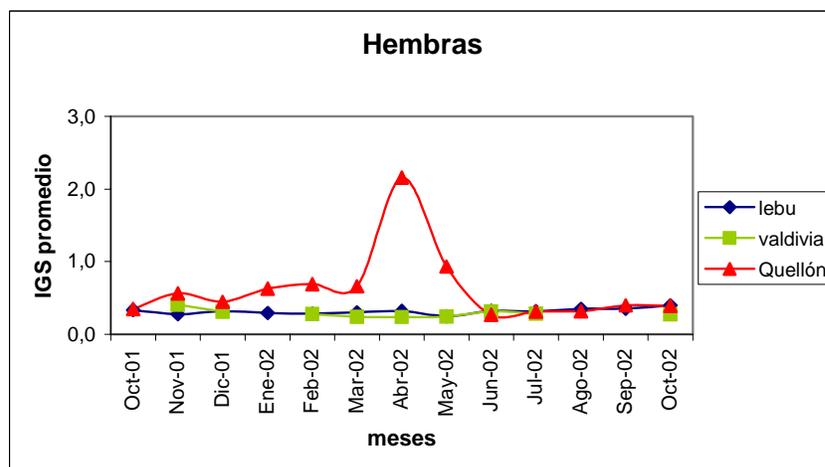


Figura 27. Evolución mensual del Índice gonadosomático (IGS) de *D. eleginoides* para a) el total, b) machos y c) hembras, por localidad.



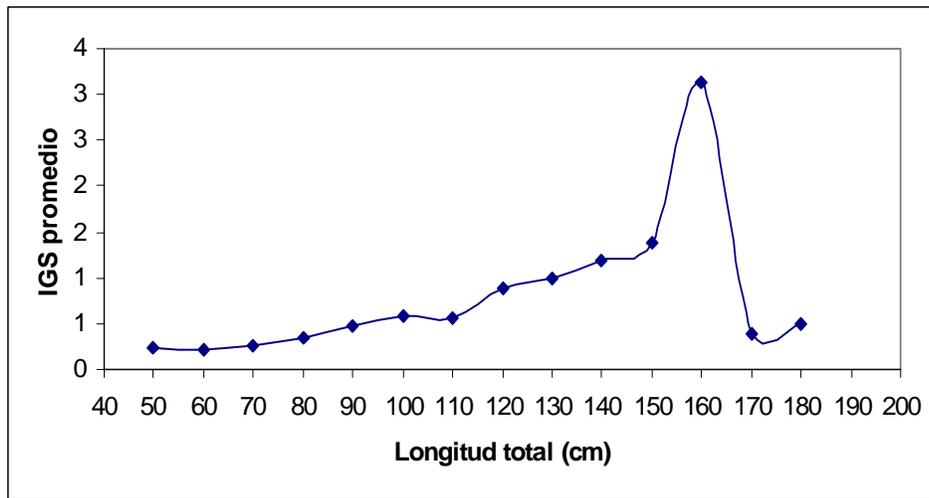


Figura 28. Variación del Índice gonadosomático (IGS) de *D. eleginoides* con respecto a la longitud total de los peces.

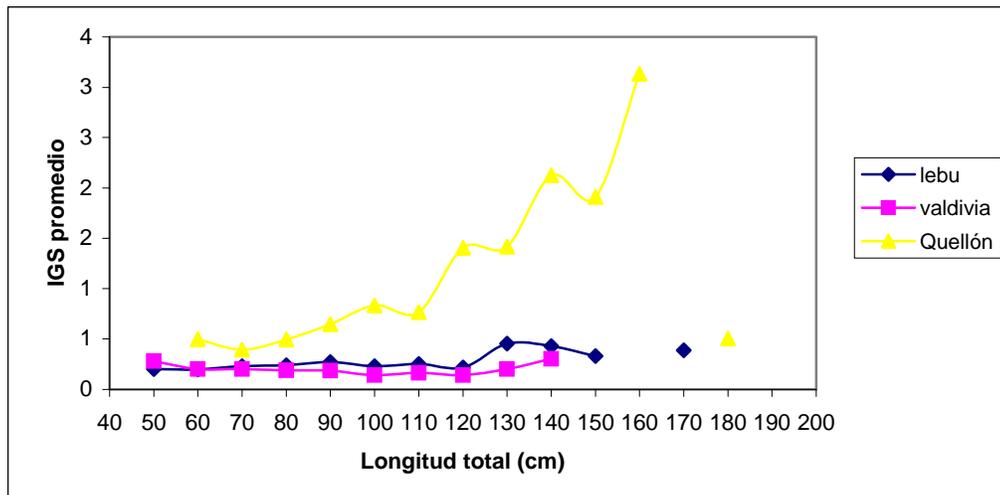
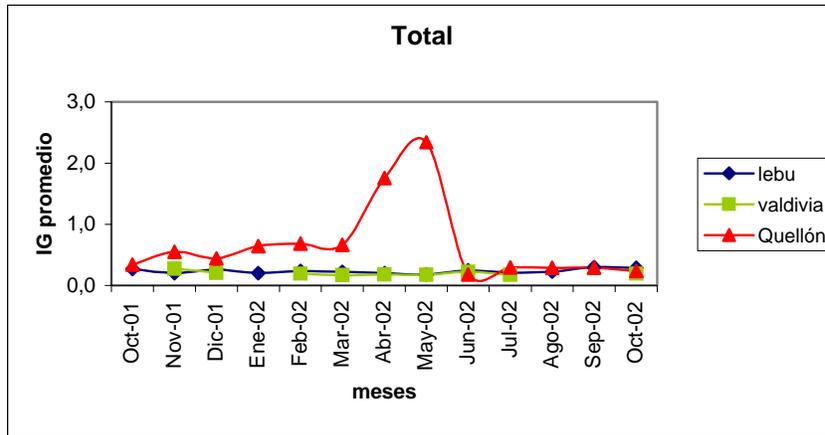


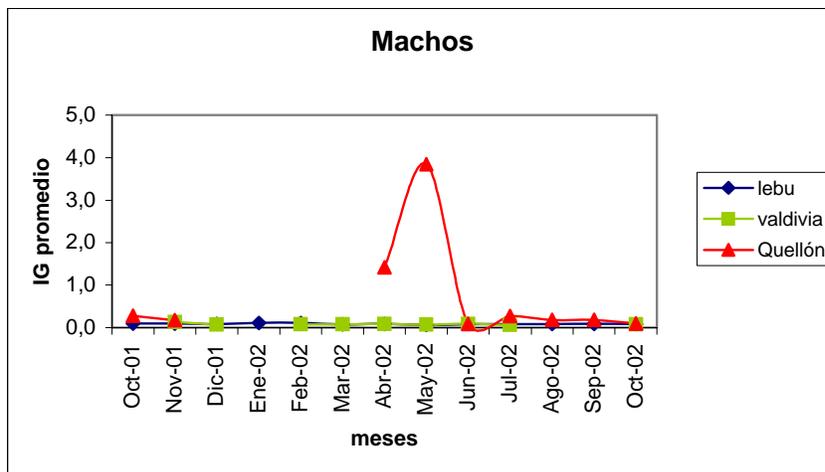
Figura 29. Variación del Índice gonadosomático (IGS) de *D. eleginoides* con respecto a la longitud total de los peces en cada una de las localidades.



a)



b)



c)

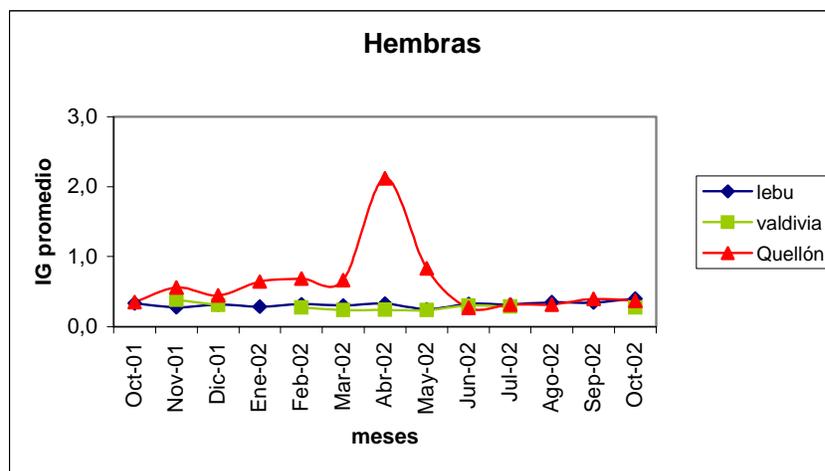


Figura 30. Evolución mensual del Índice gonádico (IG*) de *D. eleginoides* para a) el total, b) machos y c) hembras, por localidad.



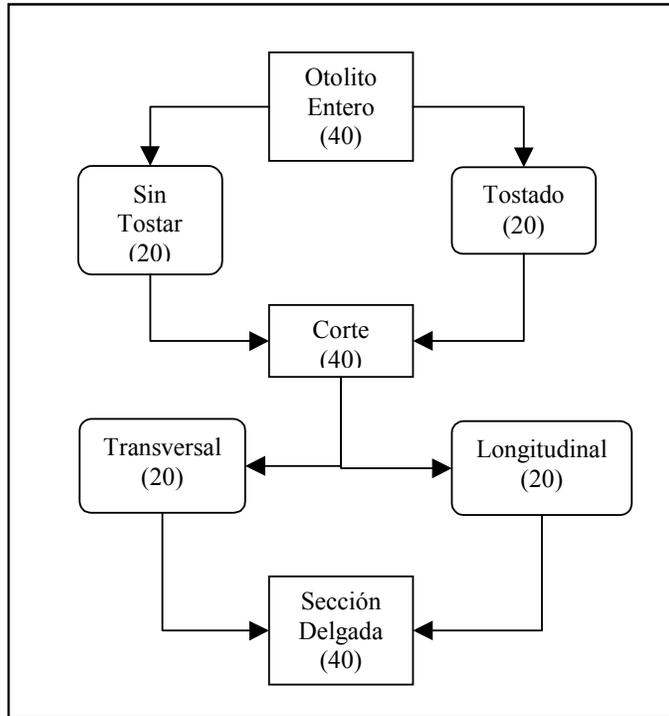


Figura 31. Diagrama para mostrar los distintos tratamientos y etapas en la elección de la mejor técnica para observar los otolitos de bacalao. Entre paréntesis número de otolitos.

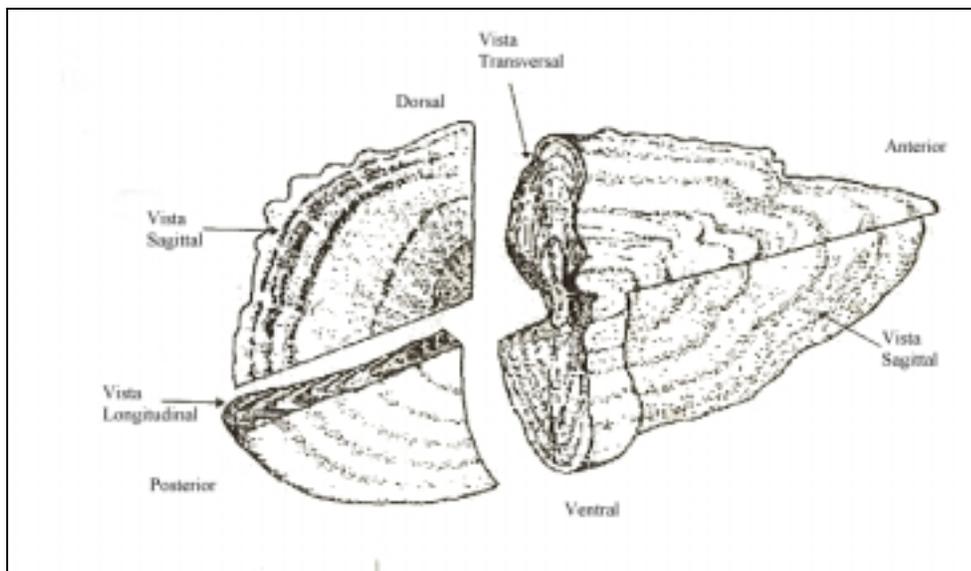


Figura. 32. Esquema de un otolito para mostrar las vistas que este presenta, en el presente estudio se utilizaron la vista transversal y longitudinal (modificado de Panella (1980)).





Figura 33. Cortadora marca Buehler modelo Isomet, permite obtener corte de los otolitos y secciones delgadas.

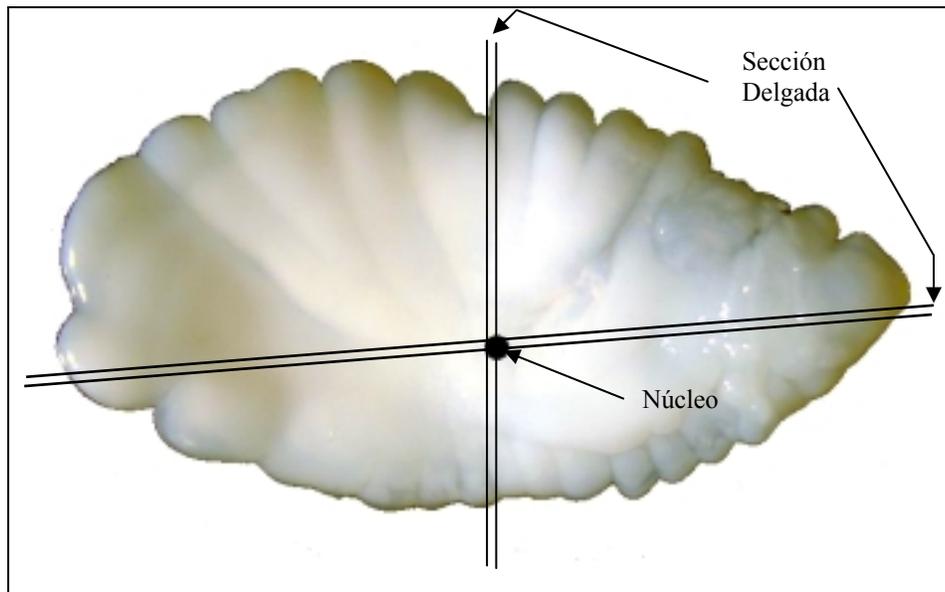


Figura 34. Otolito de bacalao, por su cara interna, para explicar los tipos de secciones delgadas que se obtuvieron.



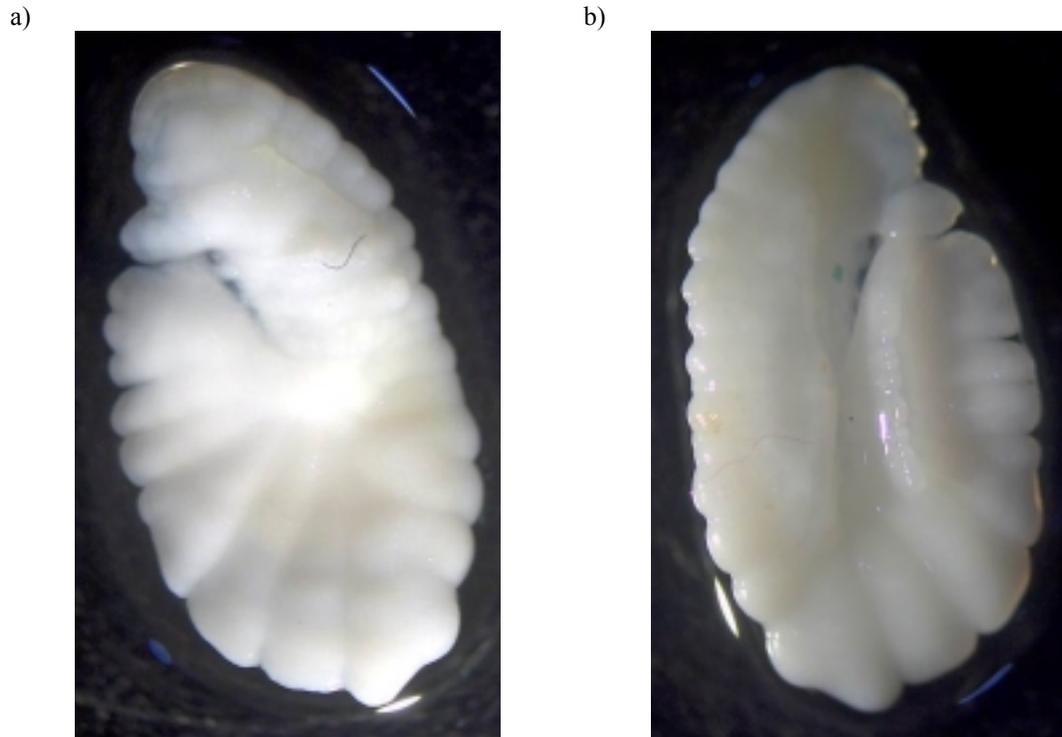


Figura 35. Fotografía otolito de hembra bacalao de 65 cm LT, longitud otolito 10,54 mm. (a) cara interna, (b) cara externa. Escala 1:7,3 mm.

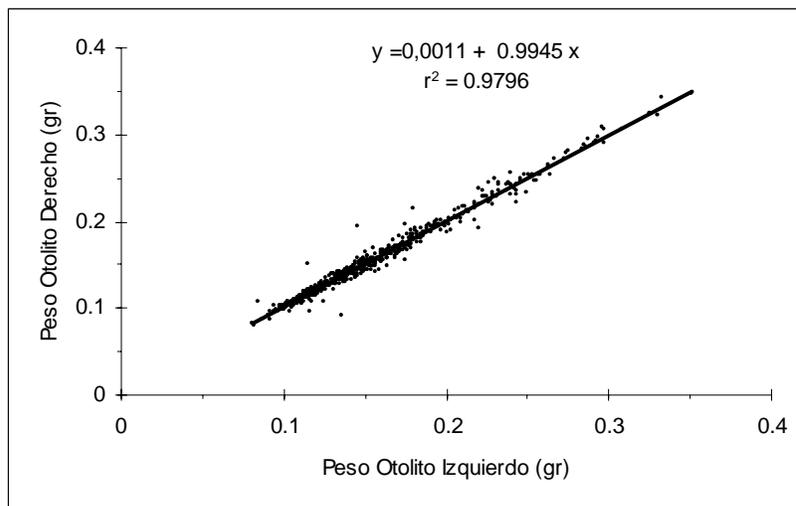


Figura 36. Relación entre el otolito izquierdo y derecho, la pendiente no es distinto de 1 y el intercepto es igual a cero.



a)



b)



Figura 37. Fotografía de otolito de bacalao sometido a tostado en un horno a 250 °C por 10 minutos. a) luz reflejada; b) luz transmitida. Escala 1:9,8 mm.



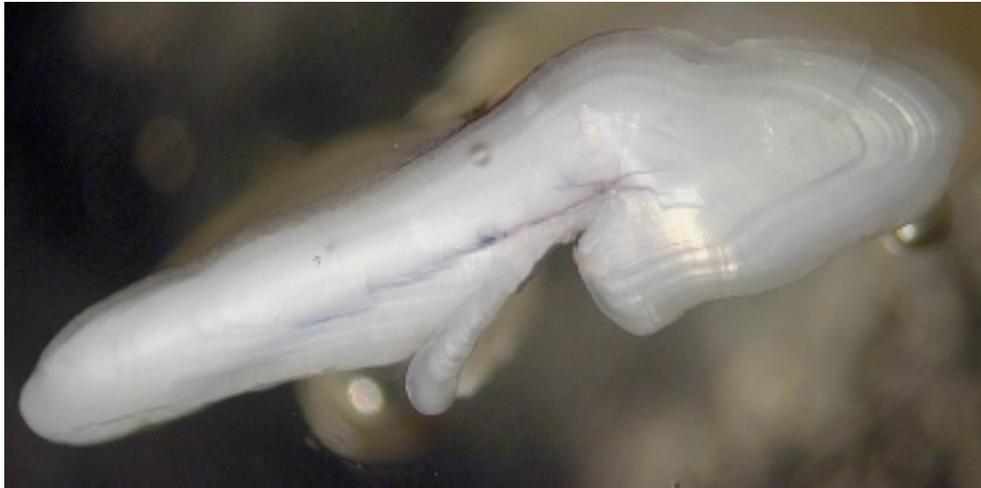


Figura 38. Corte transversal de un otolito de bacalao sin tostar. Escala 1:23 mm.



Figura 39. Corte longitudinal de un otolito de bacalao sin tostar. Escala 1:11,7 mm.





Figura 40. Corte longitudinal de un otolito de bacalao tostado. Escala 1:11 mm.



Figura 41. Corte transversal de un otolito de bacalao tostado. Escala 1:23 mm.



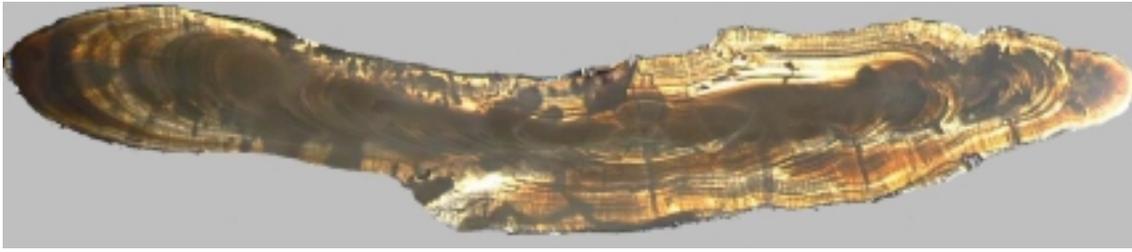


Figura 42. Sección delgada longitudinal de un otolito de bacalao tostado. Escala 1:11 mm.

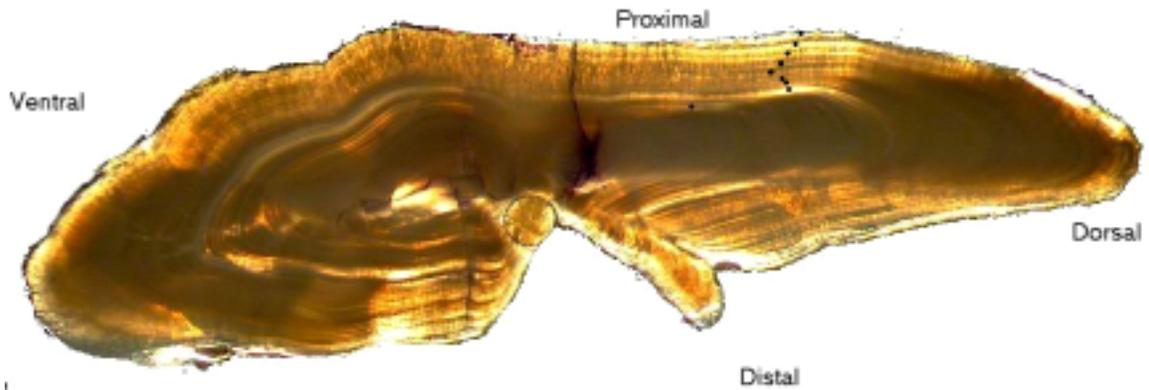


Figura 43. Sección delgada transversal de un otolito de bacalao tostado. Escala 1:23 mm.



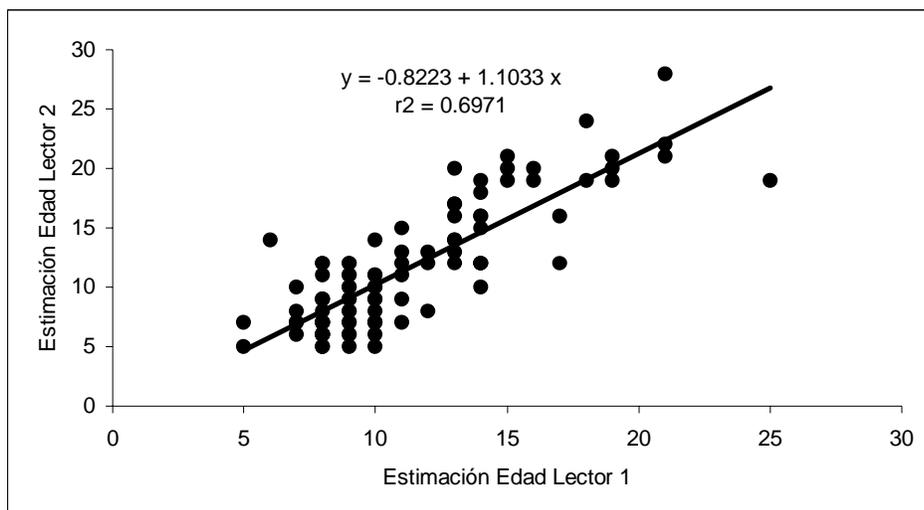


Figura 44. Relación entre la edad estimada por ambos lectores. La pendiente no es estadísticamente distinto de uno ($P > 0,1$).

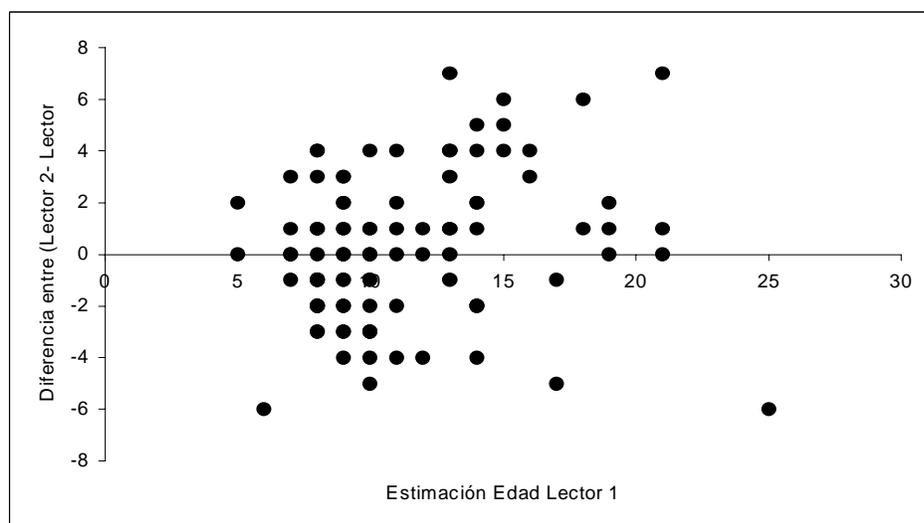


Figura 45. Diferencias (en años) de las estimaciones de edad entre los lectores con respecto a uno de ellos. Cada punto representa una o más observaciones.



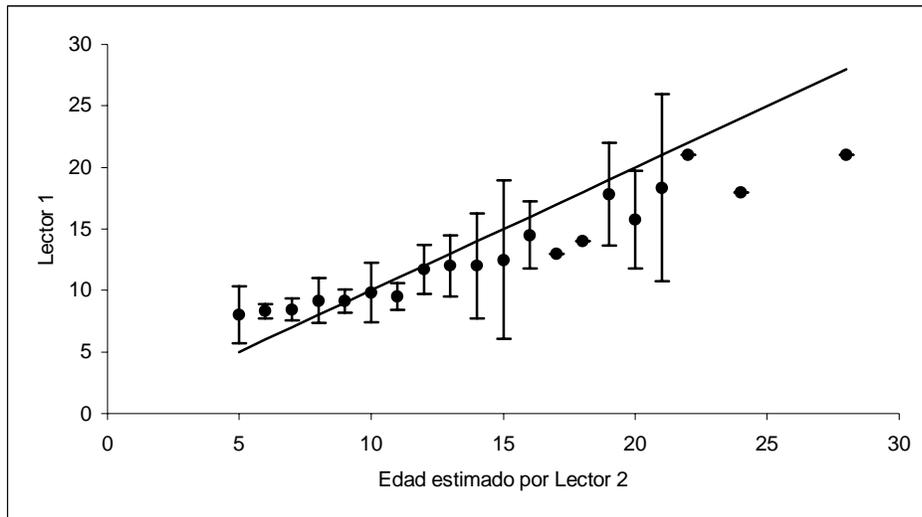


Figura 46. Gráfica de sesgo por edad entre los lectores de otolitos de bacalao. Líneas verticales representan el intervalo de confianza al 95% alrededor de la edad media asignada por el lector del eje de las ordenadas, con respecto a un segundo lector. Línea continua representa 1:1.



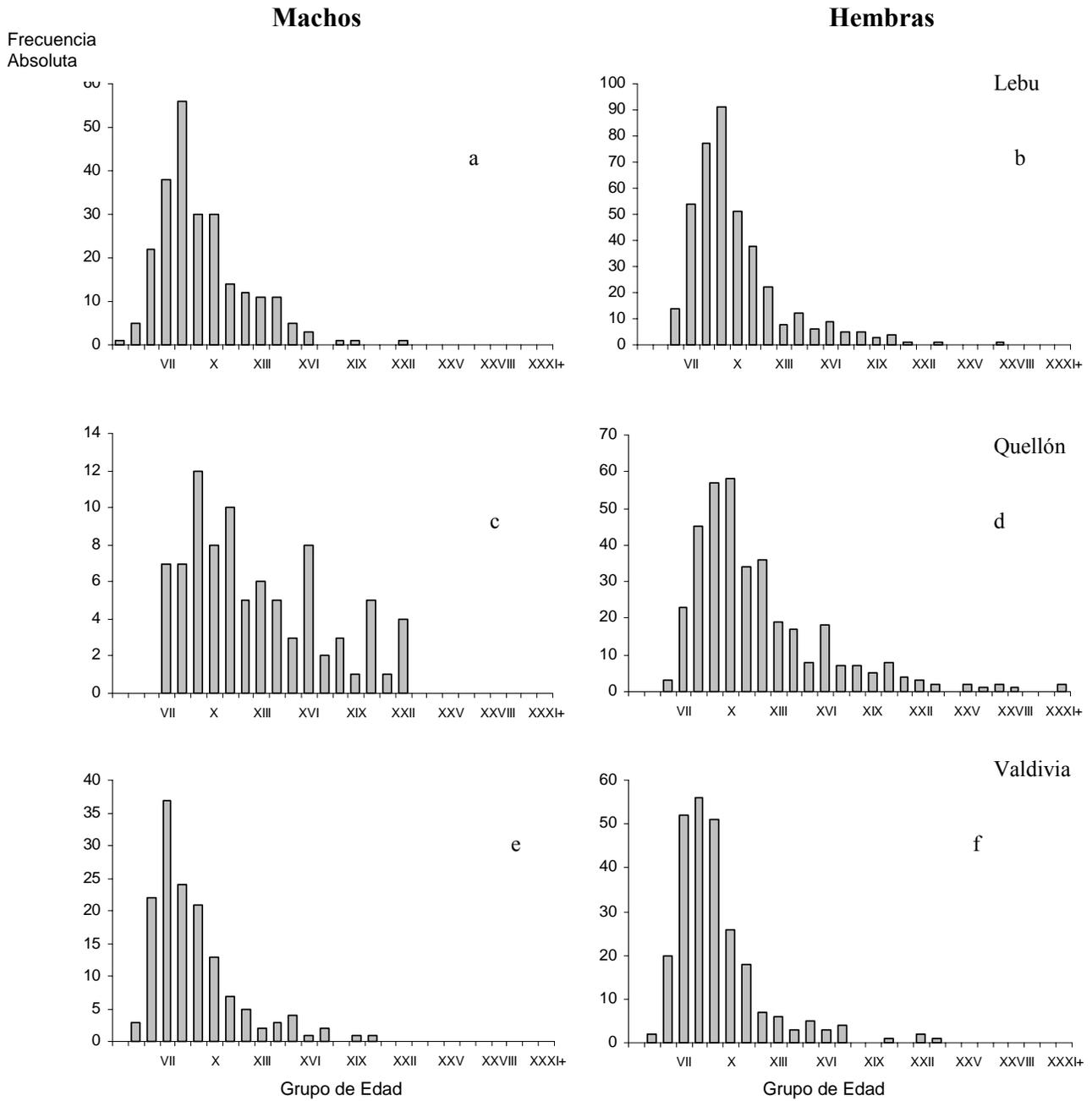


Figura 47. Estructura de edad (obtenida de la clave talla-edad) para machos y hembras por puerto de desembarque.



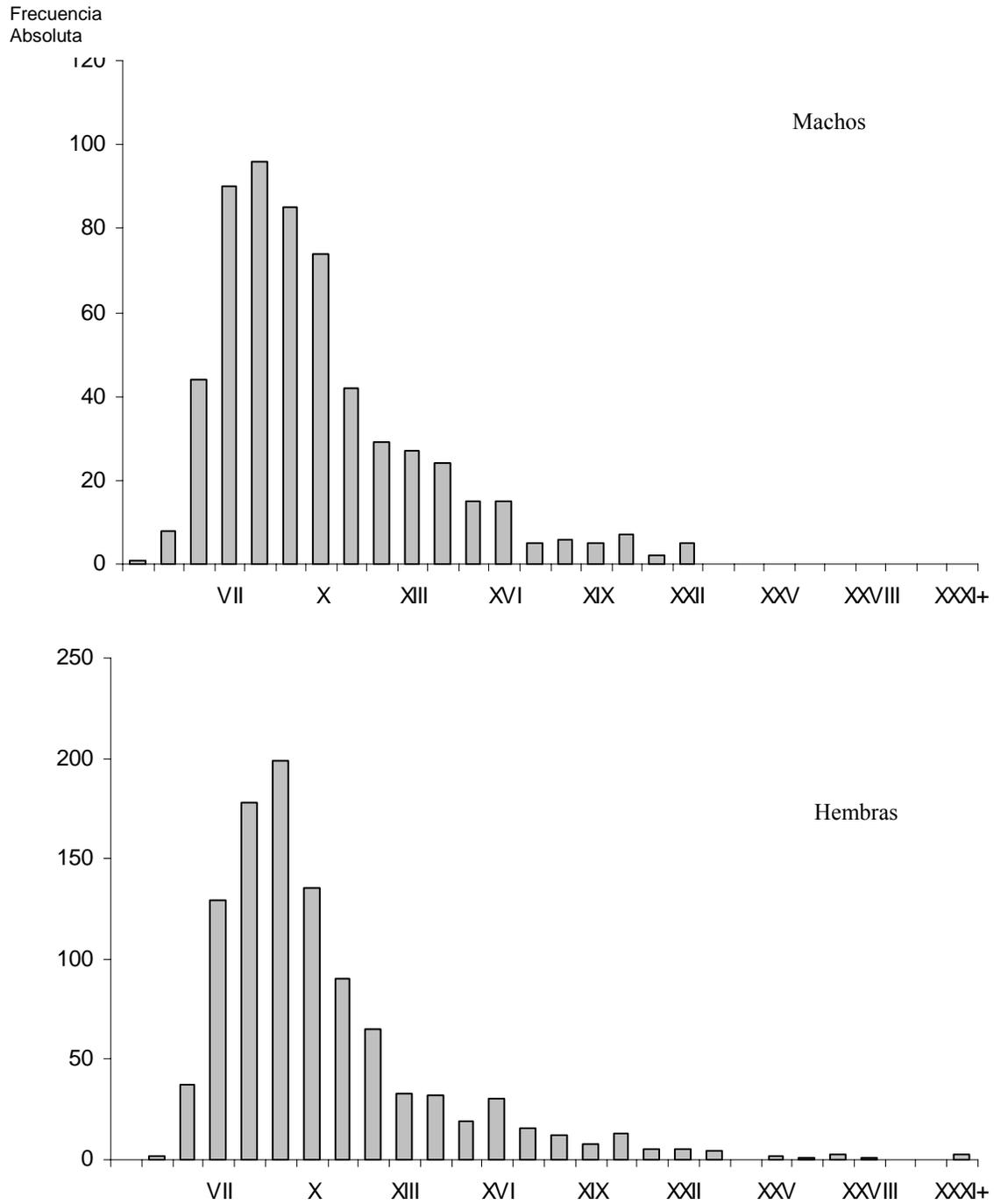


Figura 48. Estructura de edad (obtenida de la clave talla-edad) para machos y hembras de las tres localidades consideradas en el estudio.



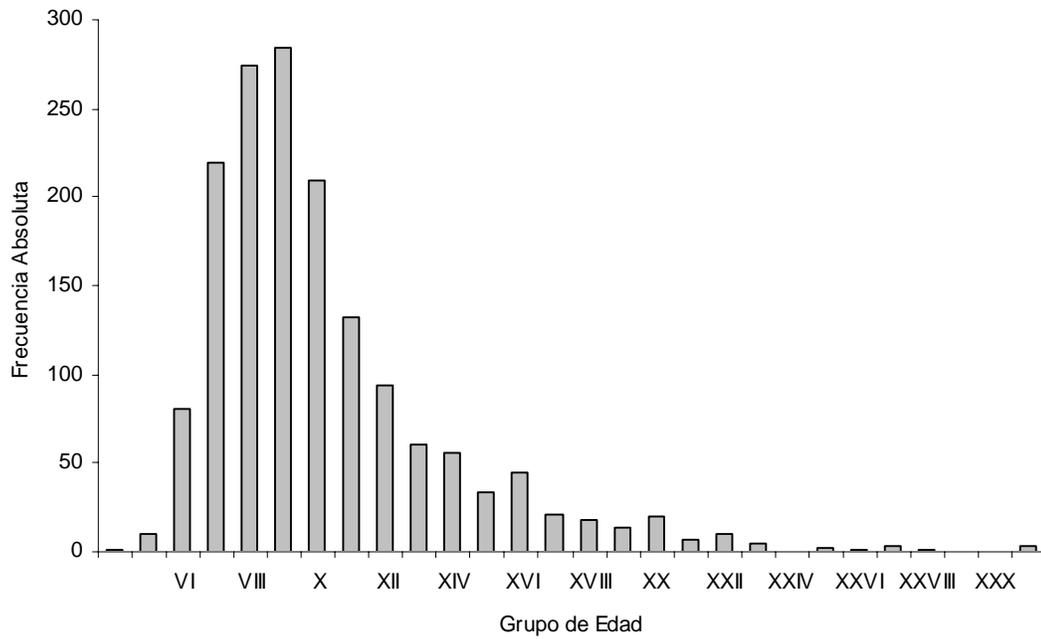


Figura 49. Estructura de edad (obtenida de la clave talla-edad) considerando ambos sexos y todos los puertos.

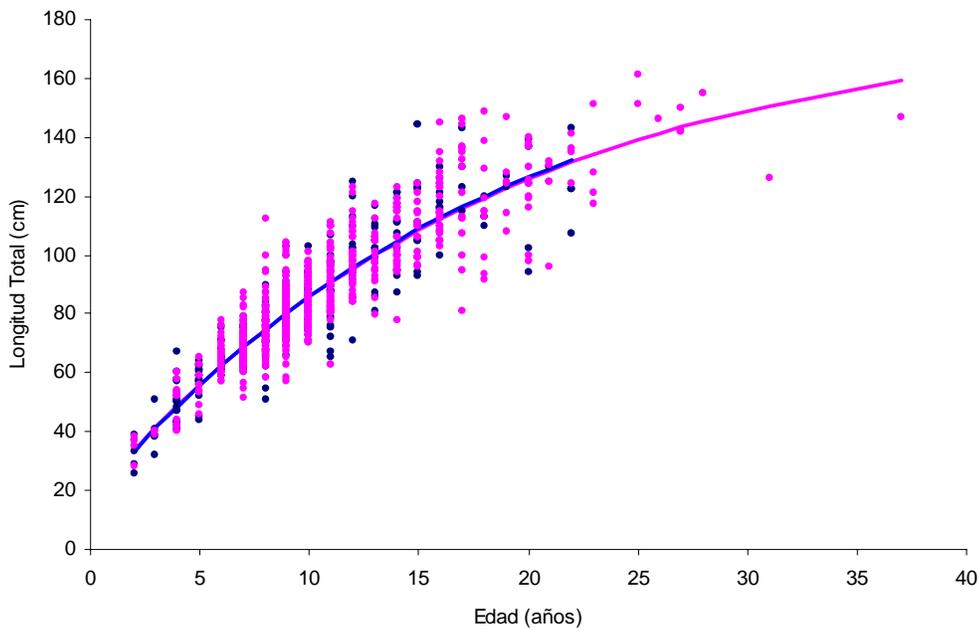
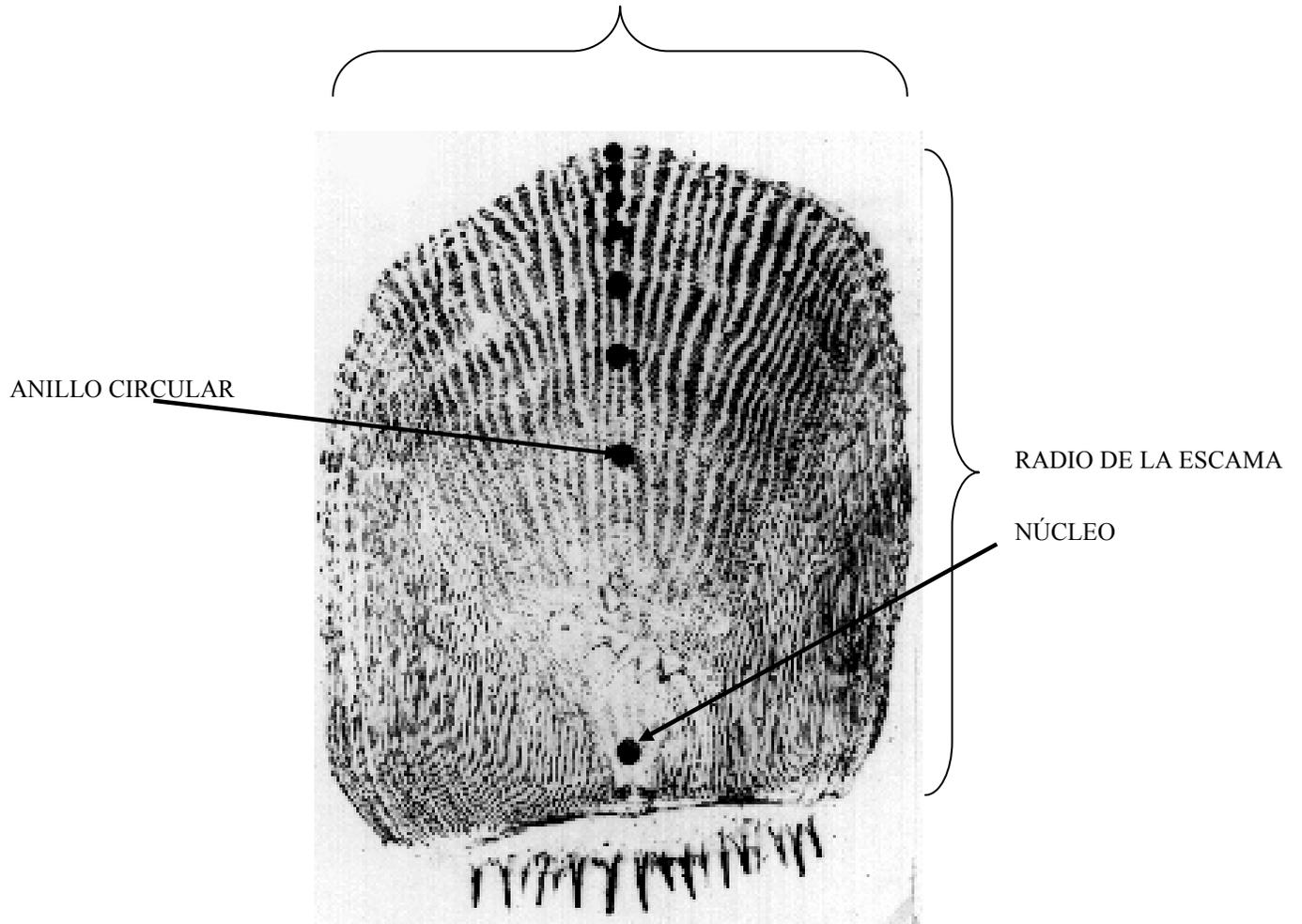


Figura 50. Curvas de crecimiento, machos (azul) y hembras (rosado), para el recurso bacalao desembarcados en las localidades de Lebu, Valdivia y Quellón.



a)

ANCHO DE LA ESCAMA



b)

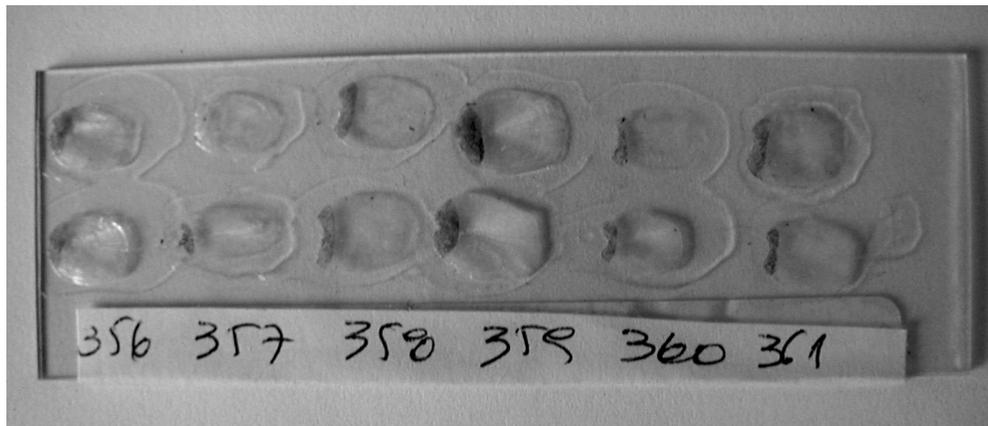


Figura 51. Esquema de las mediciones (a) y la metodología (b) aplicados en la escama de bacalao de profundidad.



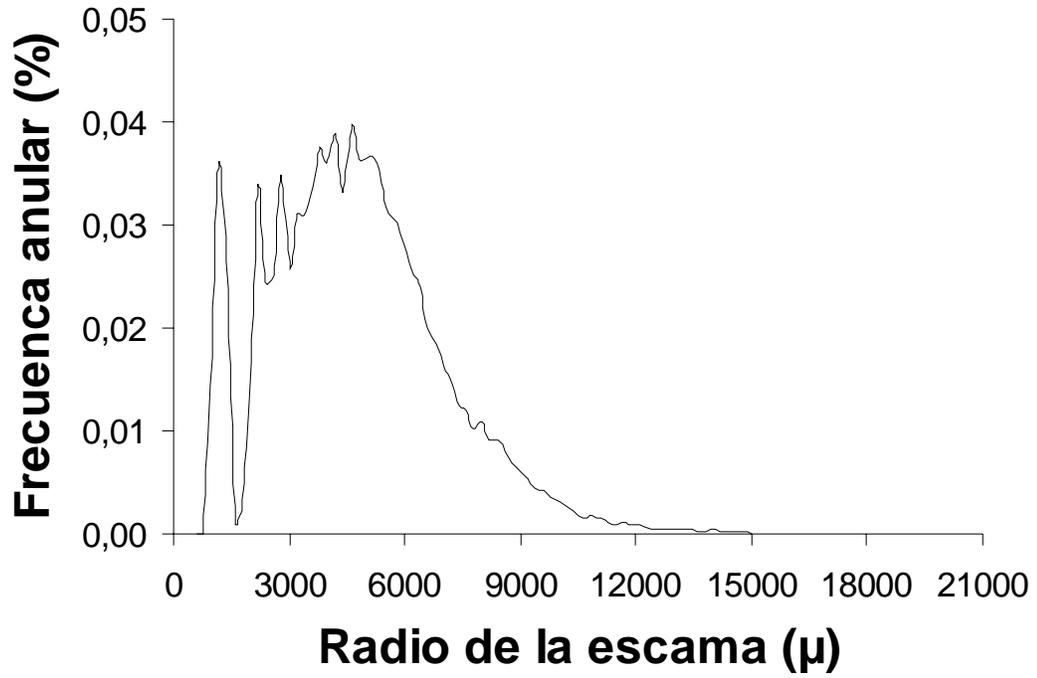
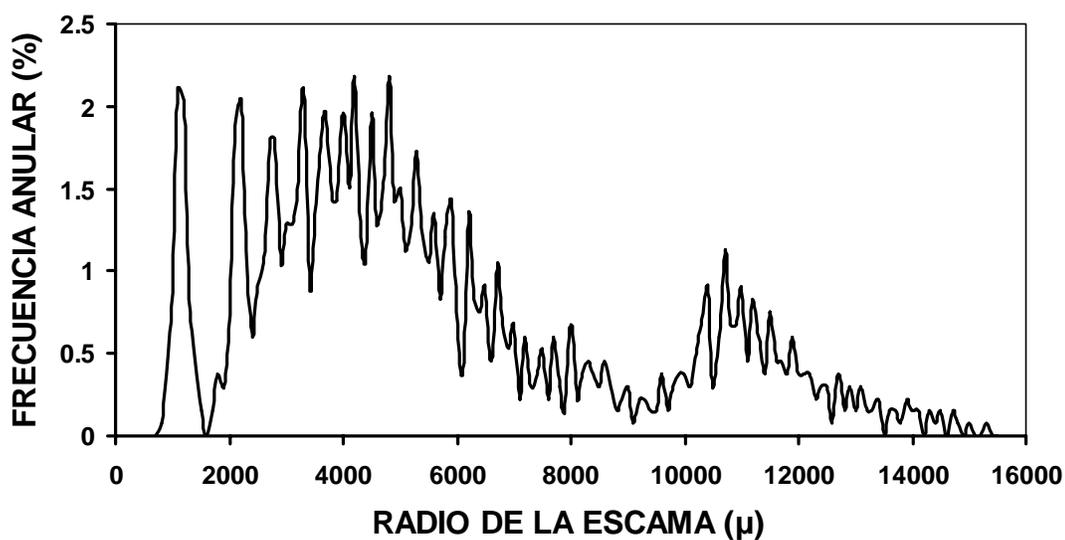


Figura 52. Distribución de los anillos en la estructura anular de las escamas de bacalao.



a)



b)

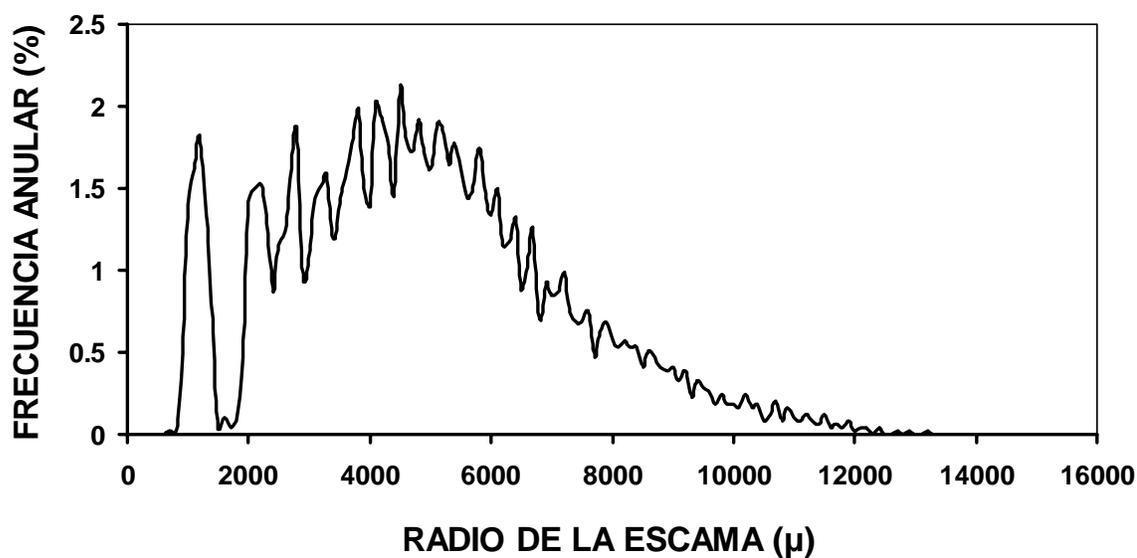
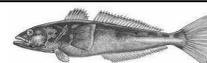


Figura 53. Distribución de los radios de las marcas hialinas observadas en las escamas de a) machos y b) hembras de bacalao de profundidad.



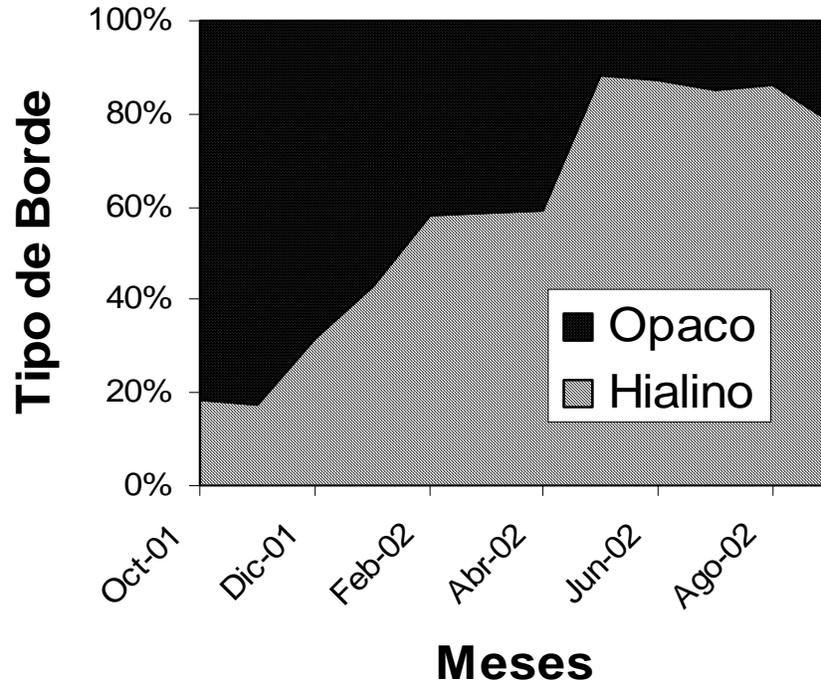


Figura 54. Distribución del material depositado en el borde de la escama de bacalao de profundidad.

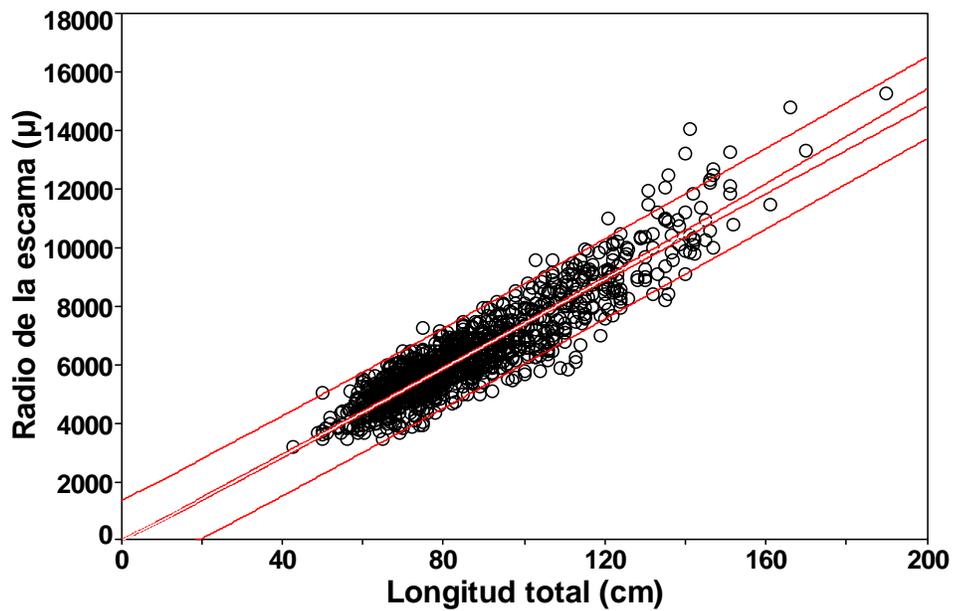
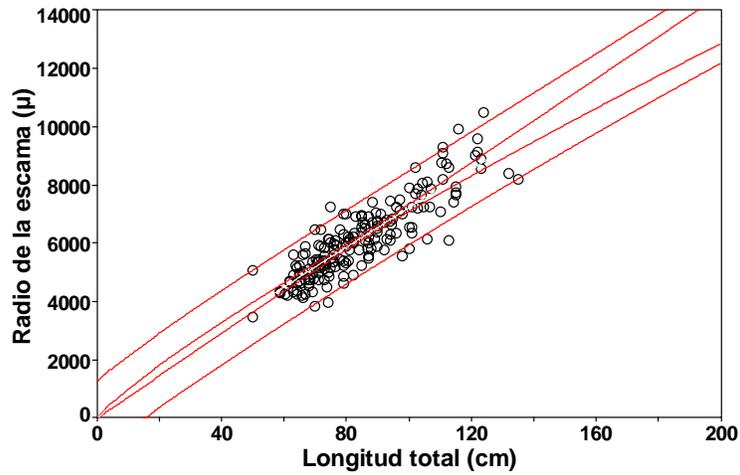


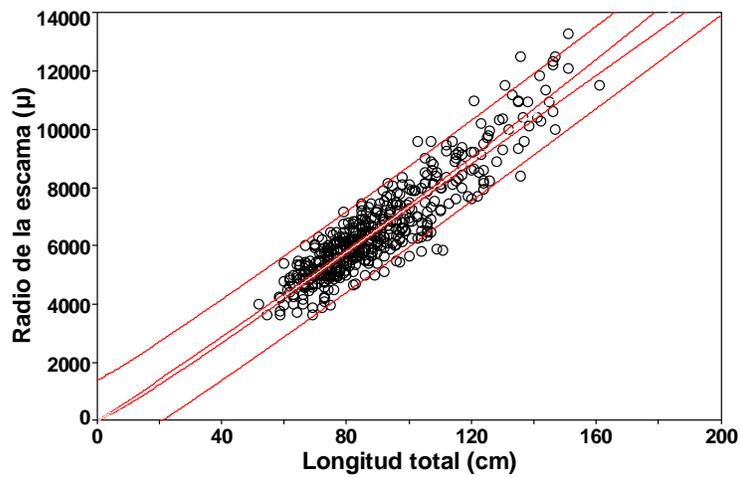
Figura 55. Relación entre la longitud del pez y el radio de la escama.



a)



b)



c)

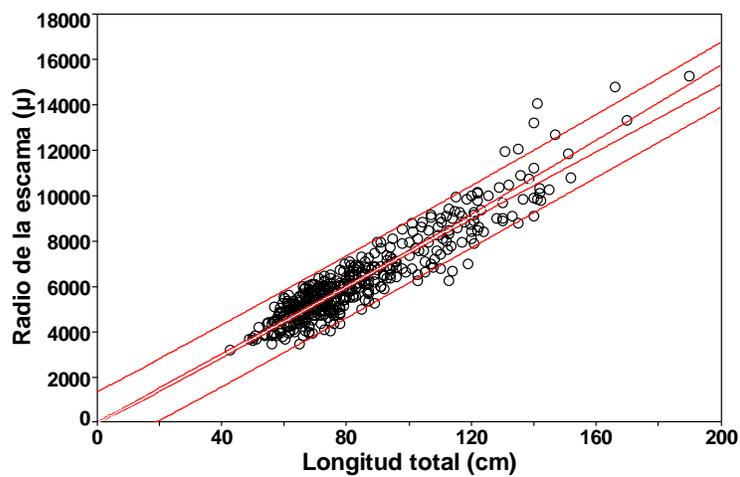


Figura 56. Relación entre la longitud del pez y el radio de la escama de a) machos, b) hembras y c) indeterminados.



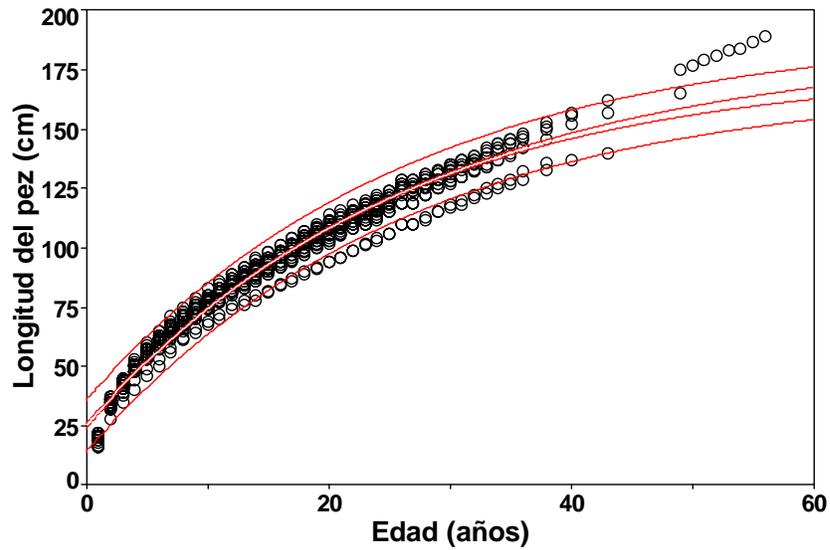


Figura 57. Curva de crecimiento ajustada usando las longitudes individuales retrocalculadas de todos los ejemplares en conjunto (n= 11.402).





Figura 58. Analizador Multicanal utilizado en el conteo de ^{210}Pb .



Figura 59. Espectrómetro Alpha utilizado para la cuantificación de ^{210}Pb .





Figura 60. Estación de transferencia ^{222}Rn a celdas de conteo.



Figura 61. Trampas de carbono activado para retener ^{222}Rn en frío.



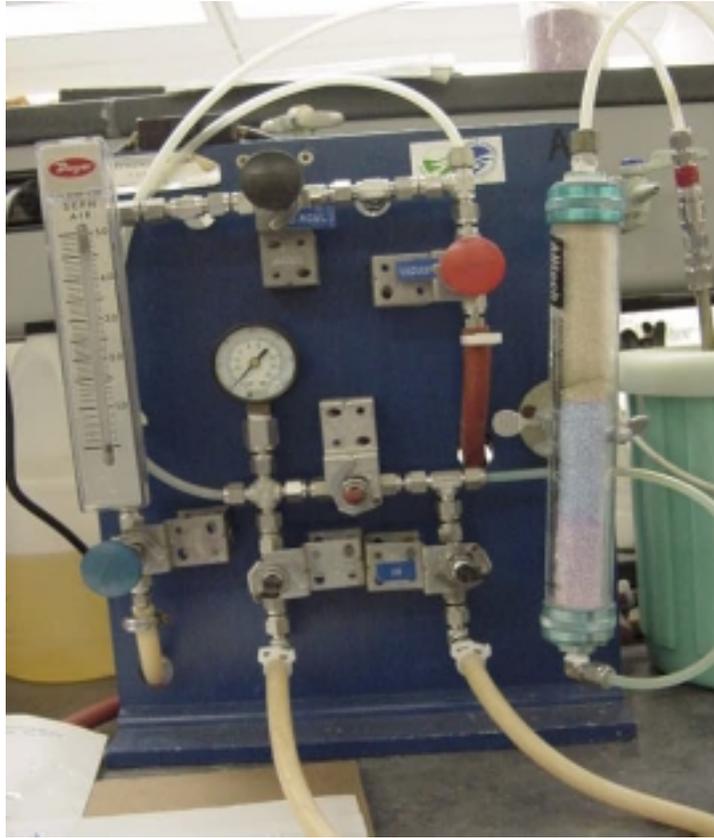


Figura 62. Línea de extracción de ^{222}Rn , con columnas de remoción de CO_2 y vapor de agua.

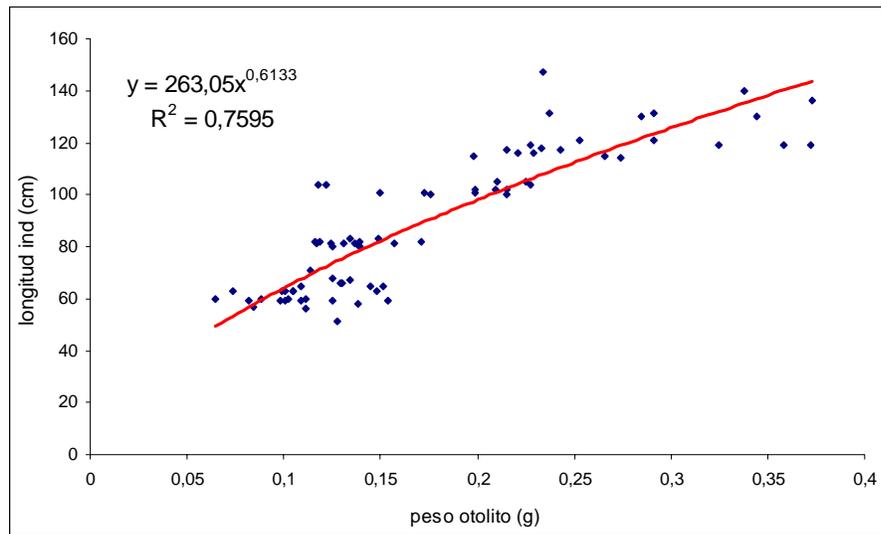


Figura 63. Relación entre el peso de los otolitos y el aumento de la talla.



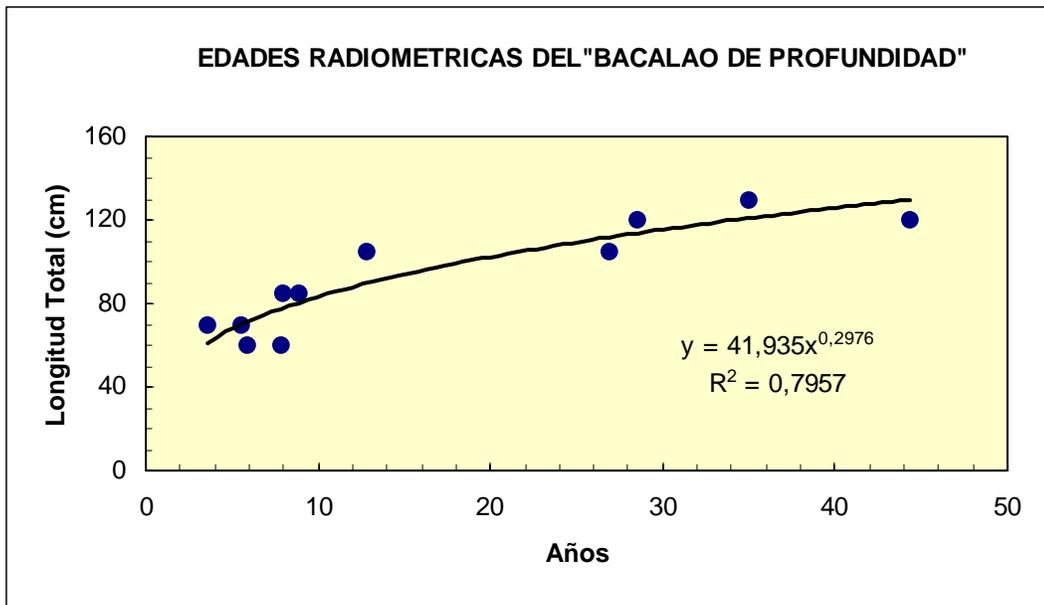


Figura 64. Edades radiométricas de bacalao de profundidad en relación a la longitud total.

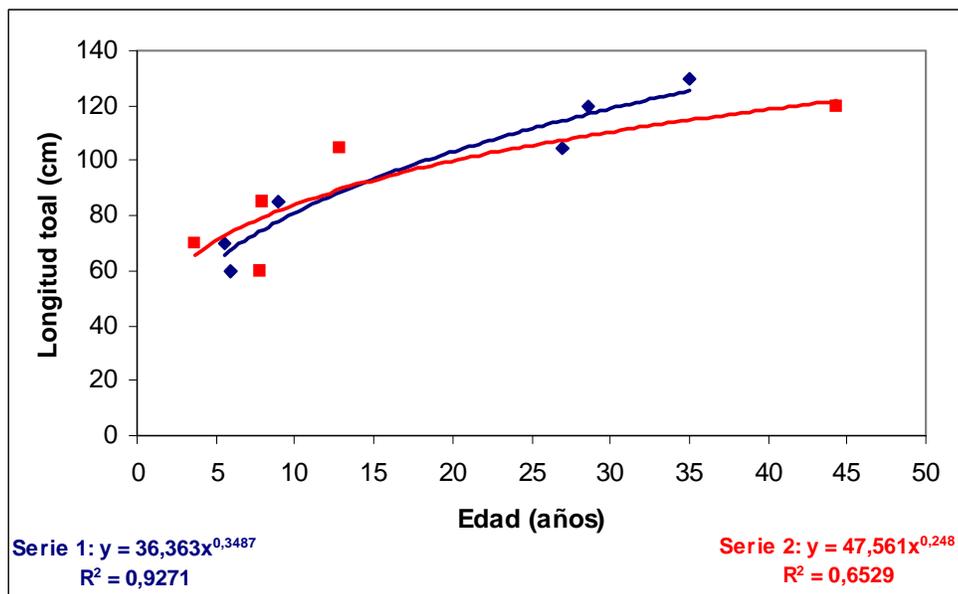


Figura 65. Comparación de la estimación de edades radiométricas en los dos grupos de muestras (Serie 1: muestras A a F y Serie 2: muestras I a V).



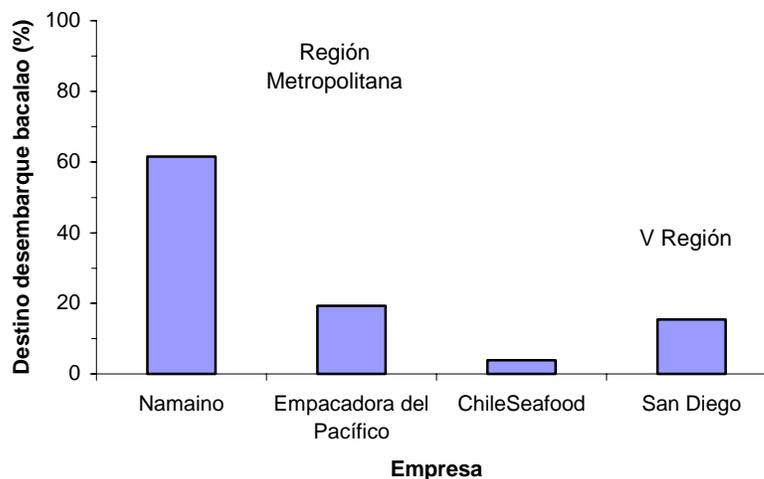


Figura 66. Destino de la captura de bacalao de profundidad desembarcado en el puerto de Quellón (X Región), durante el periodo Octubre 2001 a Octubre 2002.

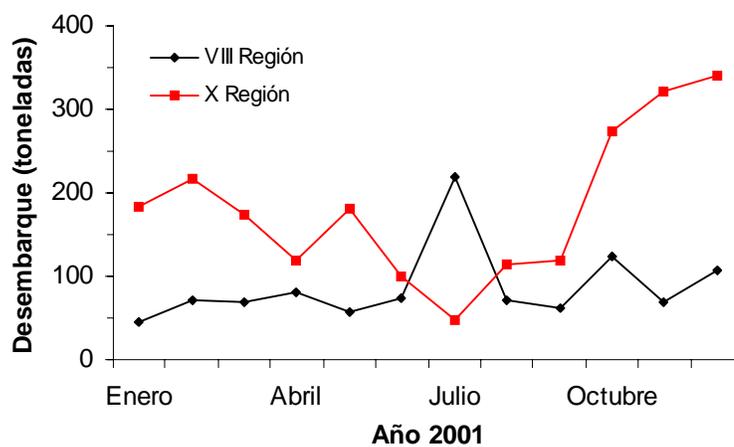


Figura 67. Desembarque artesanal de bacalao de profundidad en la VIII y X regiones durante el año 2001.



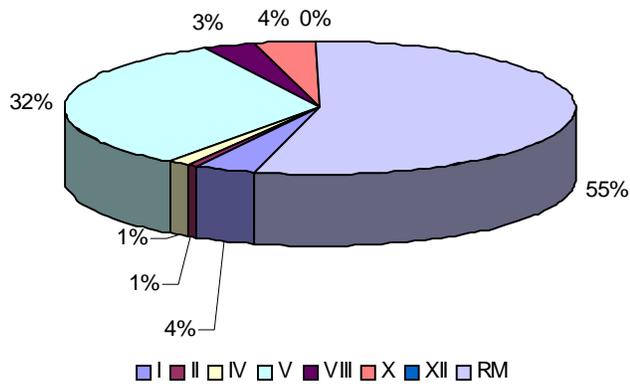


Figura 68. Materia prima de bacalao de profundidad procesada por Región para la elaboración de producto fresco-enfriado durante el año 2001.

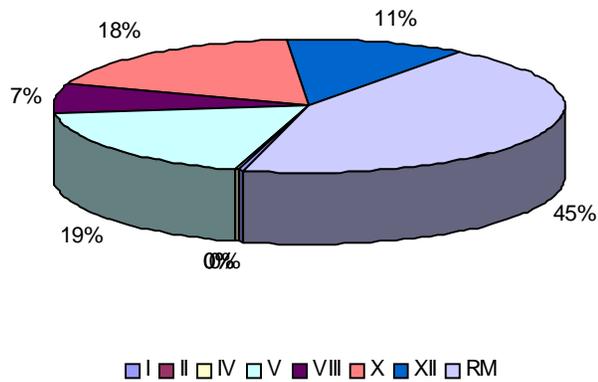


Figura 69. Materia prima de bacalao de profundidad procesada para la elaboración de productos congelados durante el año 2001.



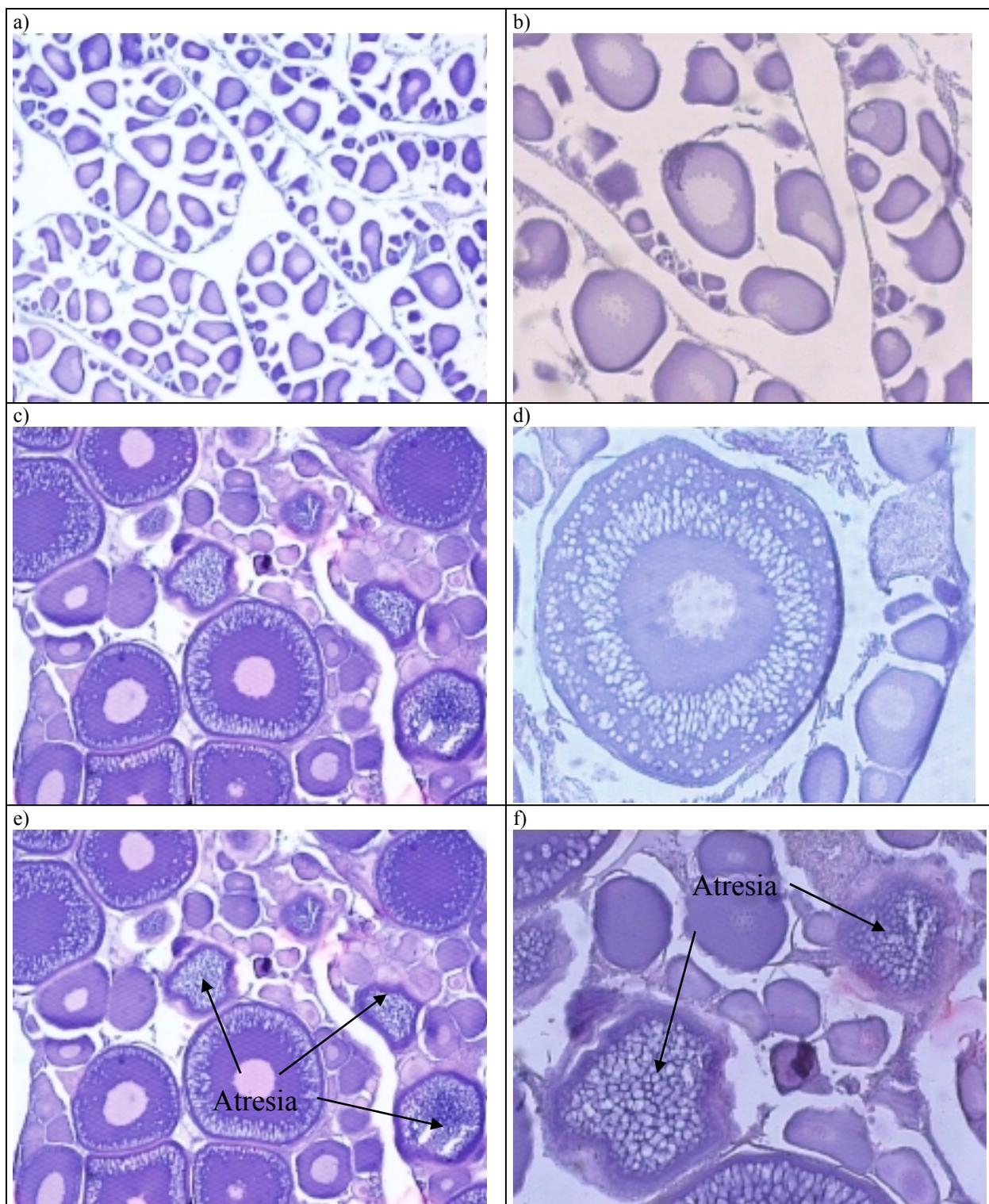
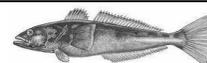


Figura 70. Fotografías de los estados de madurez microscópicos para las hembras de *D. eginoides* en el área de estudio, a) estado 1 (40x), b) estado 1 (100x), c) estado 2 (40x), d) estado 2 (100x), e) estado 2 con atresias (40x), f) estado 2 con atresias (100x) (Ver Tabla 39).



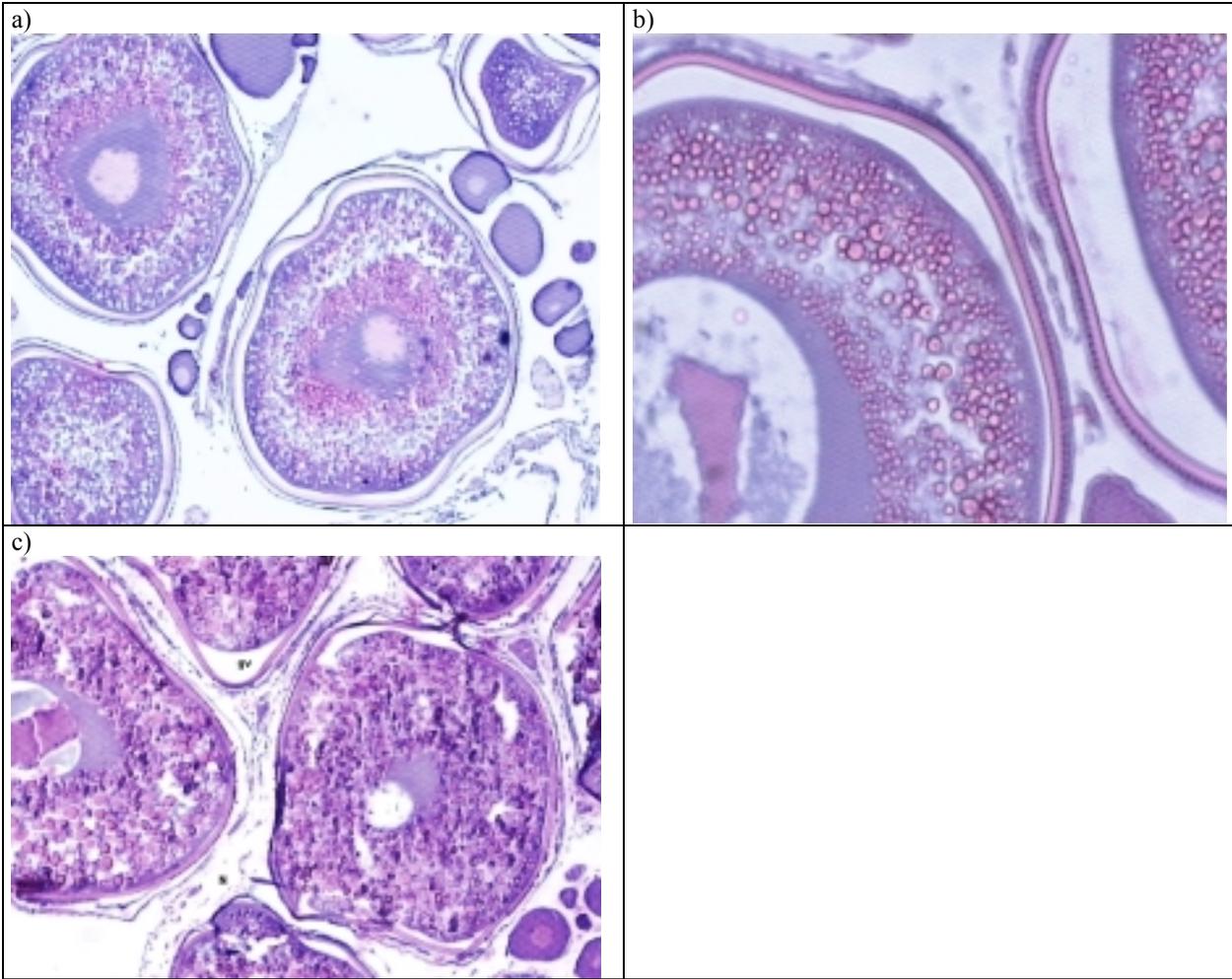


Figura 71. Fotografías de los estados de madurez microscópicos para las hembras de *D. eginoides* en el área de estudio, a) estado 3 (40x), b) estado 3 (100x), c) estado 4 (40x) (Ver Tabla 39).



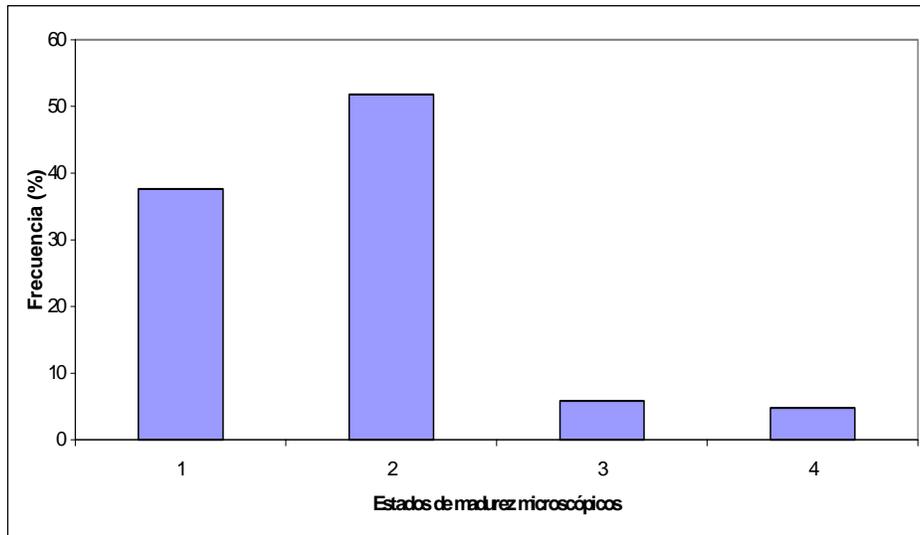


Figura 72. Estados de madurez microscópicos (%) encontrados para *D. eleginoides* considerando el conjunto de localidades muestreadas.

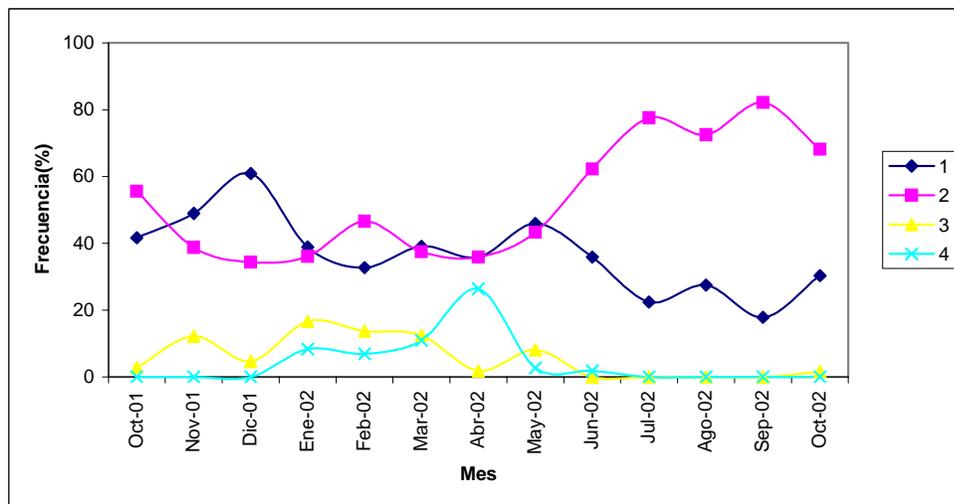


Figura 73. Estados de madurez microscópicos (%) por mes encontrados para *D. eleginoides* considerando el conjunto de localidades muestreadas.



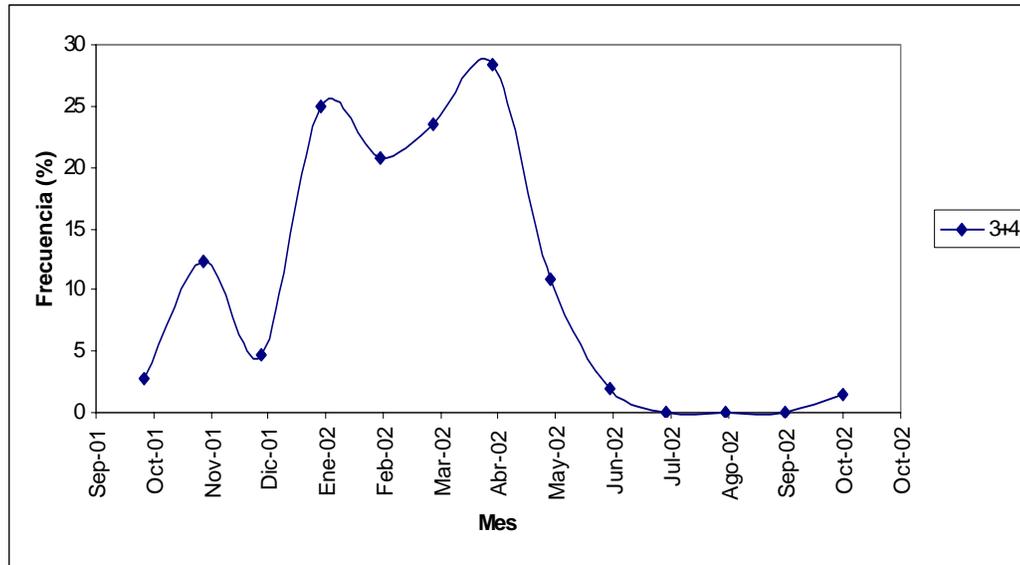
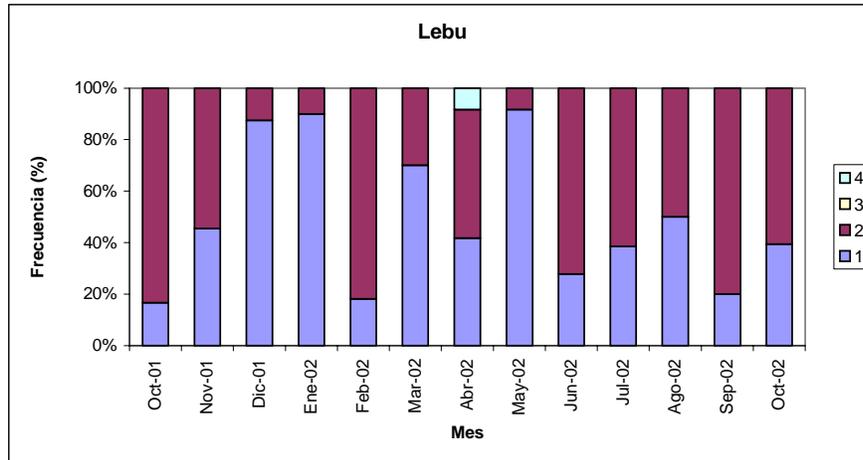


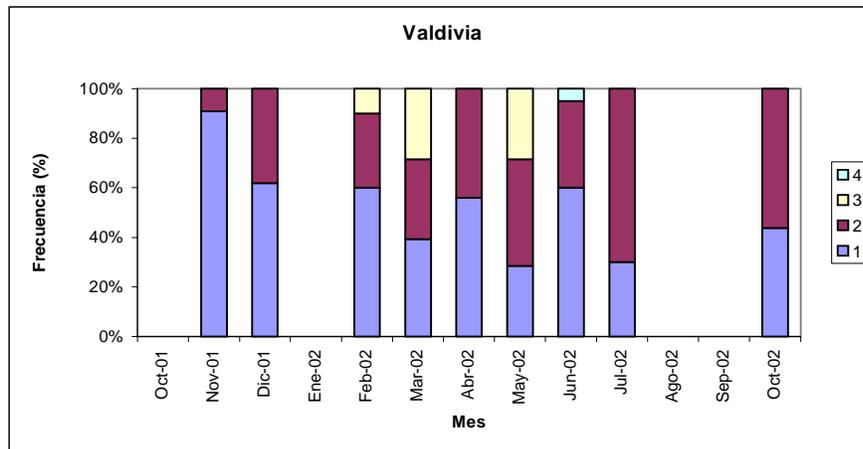
Figura 74. Frecuencia mensual (%) de los estados microscópicos 3 y 4 agrupados para *D. eleginoides*.



a)



b)



c)

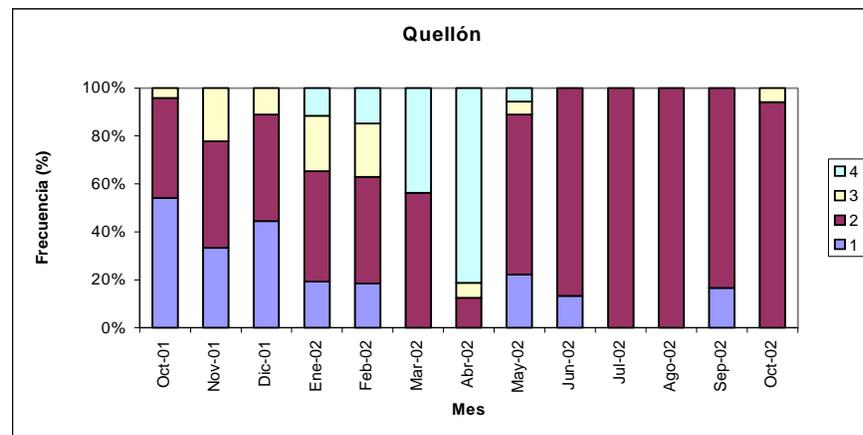


Figura 75. Estados de madurez microscópicos (%) por mes encontrados para *D. eleginoides* en las tres localidades.



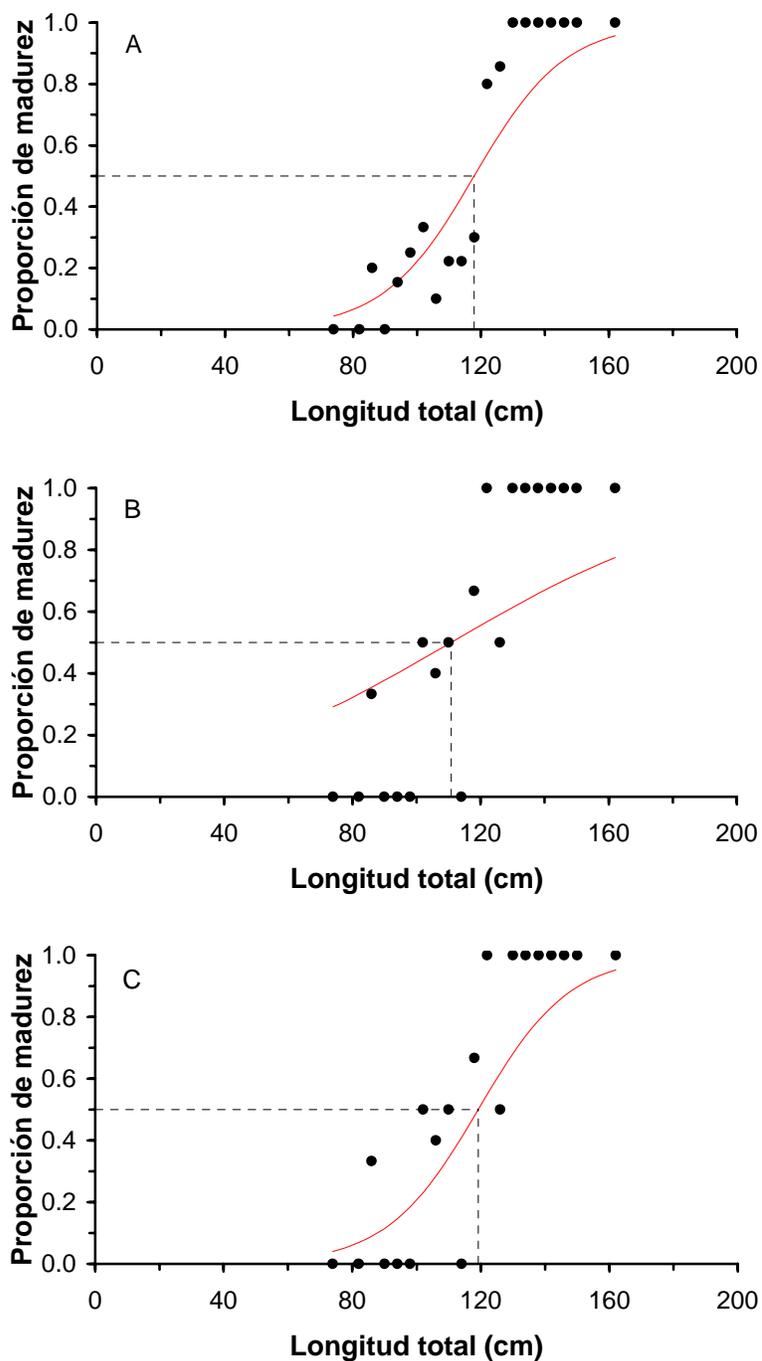
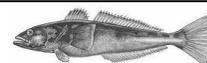


Figura 76. Talla mediana de madurez sexual de hembras de bacalao determinada mediante el ajuste de la proporción de madurez a la talla a un modelo logístico linealizado. Círculos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado. A= información macroscópica, B= información microscópica, C= información macroscópica corregida.



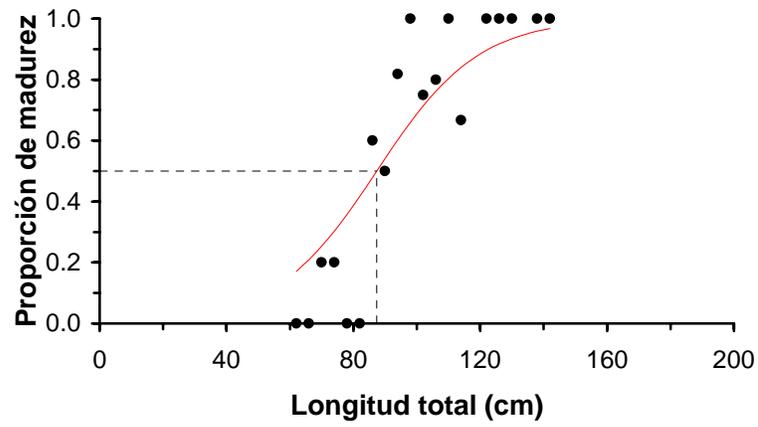


Figura 77. Talla mediana de madurez sexual de machos de bacalao determinada mediante el ajuste de la proporción de madurez a la talla a un modelo logístico linealizado. Círculos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado.



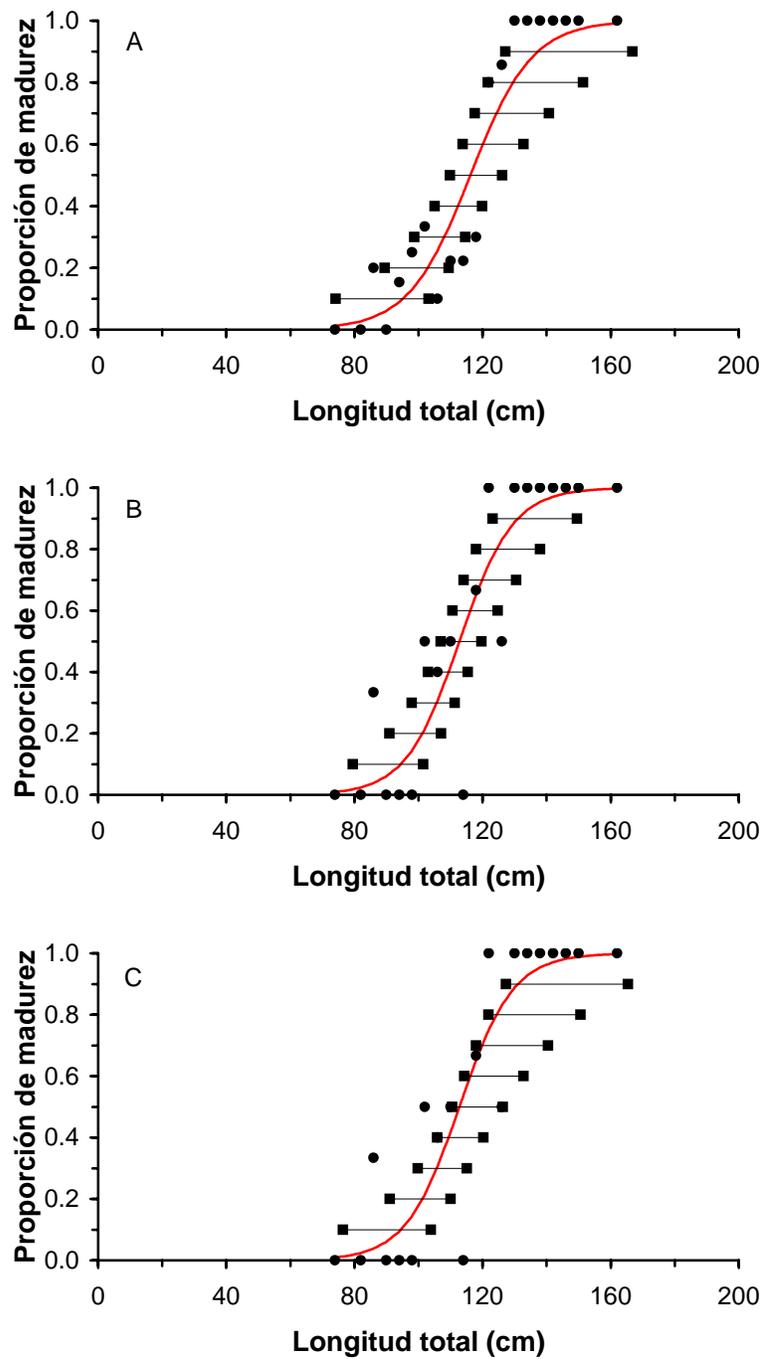


Figura 78. Talla mediana de madurez sexual de hembras de bacalao determinada mediante el ajuste de la proporción de madurez a la talla a un modelo logístico mediante máxima verosimilitud. Círculos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado. Cuadrados = intervalo de confianza. A = información macroscópica; B = información microscópica; C = información macroscópica corregida.



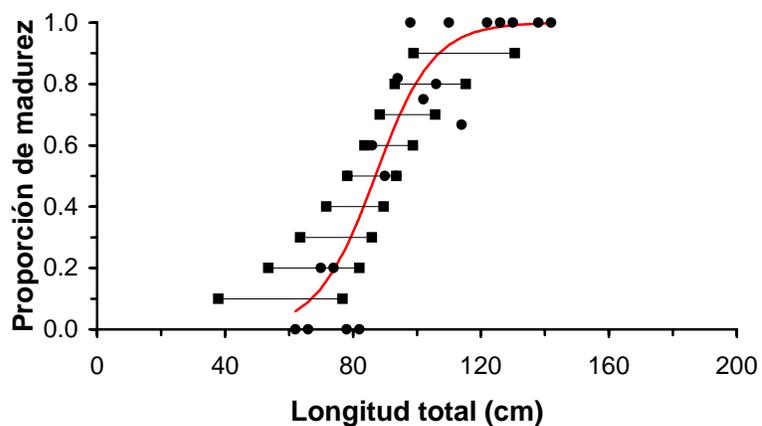


Figura 79. Talla mediana de madurez sexual de machos de bacalao determinada mediante el ajuste de la proporción de madurez a la talla a un modelo logístico mediante máxima verosimilitud. Círculos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado. Cuadrados = intervalo de confianza.

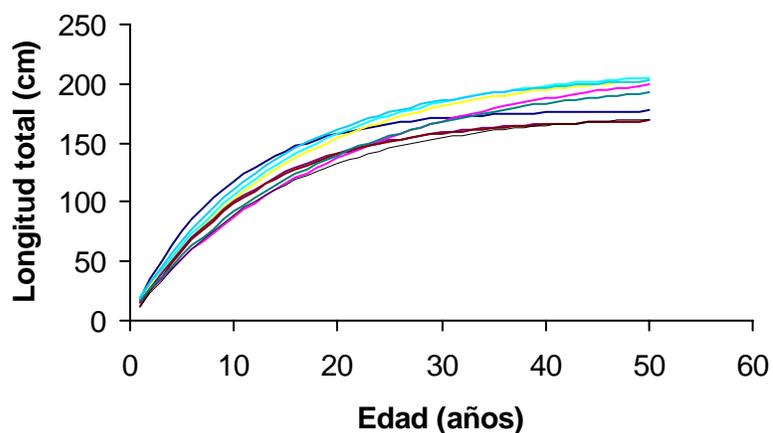
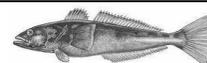


Figura 80. Curvas de crecimiento en longitud disponibles para bacalao de profundidad (ver Tabla 63).



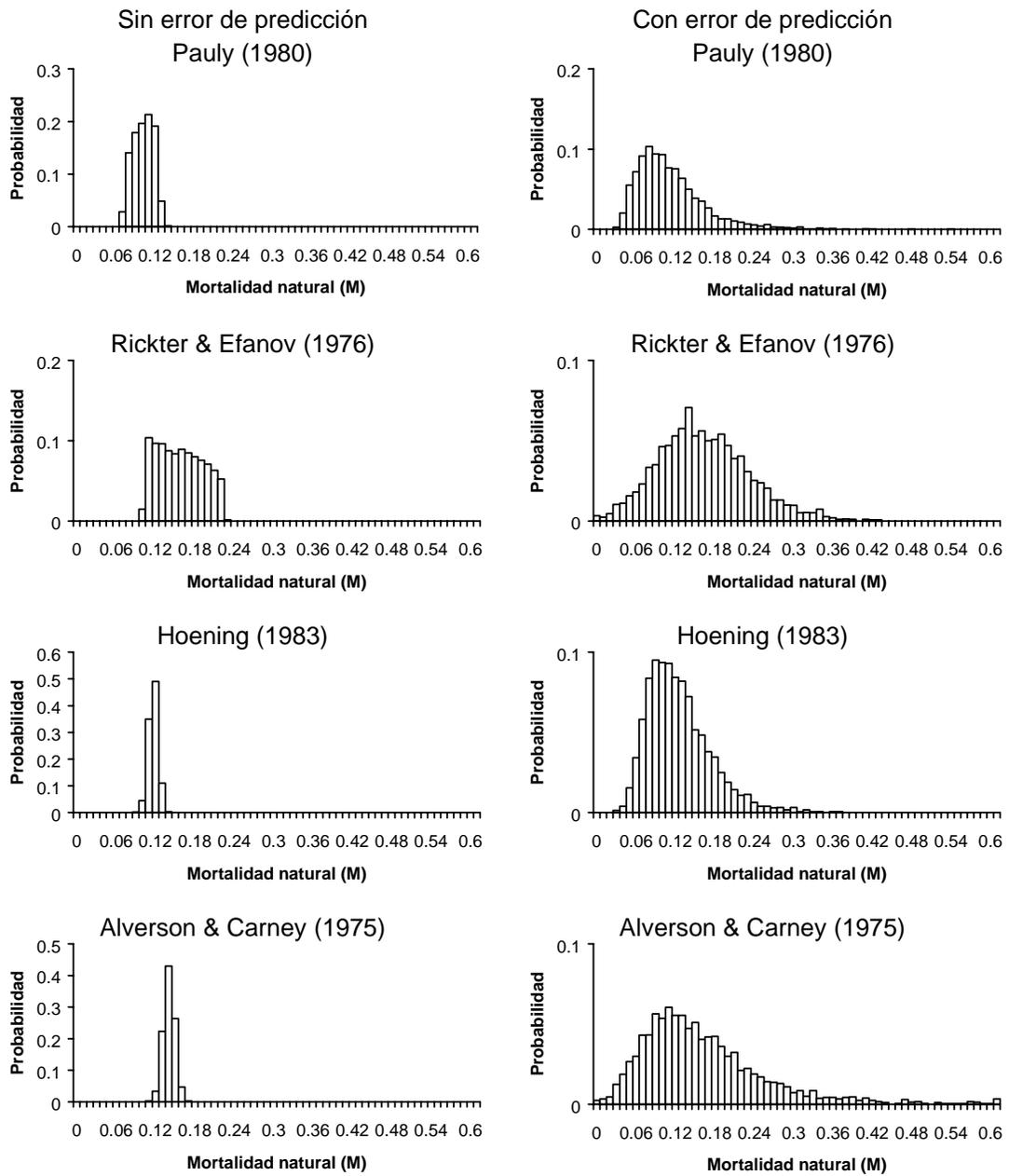


Figura 81. Distribución de probabilidad empírica de los 3000 valores alternativos e igualmente probables de mortalidad natural para bacalao de profundidad.



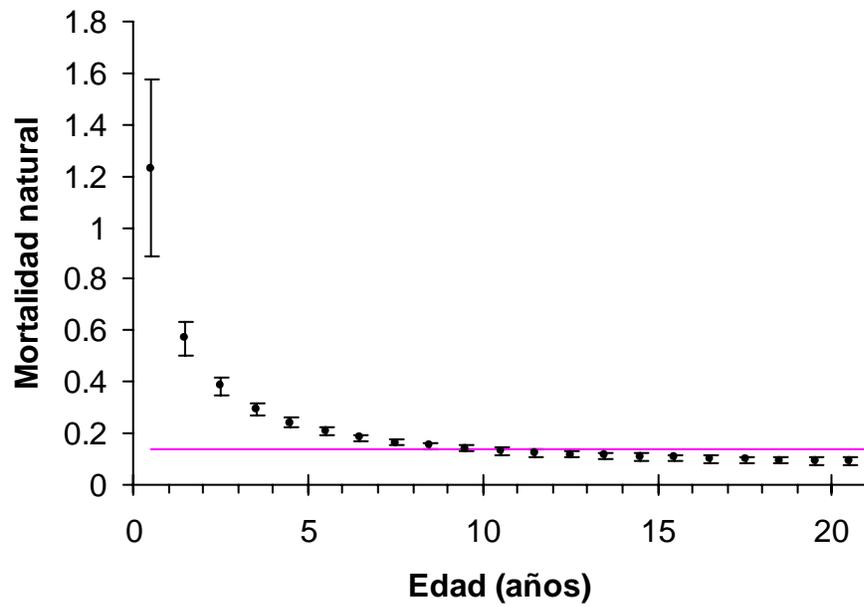


Figura 82. Estimación promedio de M por clases de edad para bacalao de profundidad utilizando el método de Chen & Watanabe (1989).



Figura 83. Vista lateral de *Macrourus carinatus* capturado como fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad (LT=59 cm).





Figura 84. Vista lateral de *Macrourus holotrachys* capturado como fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad (LT=61 cm).



Figura 85. Vista lateral de *Antimora rostrata* (Vieja negra) capturado como fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad (LT=43 cm).



Figura 86. Vista lateral de *Aculeola nigra* capturado como fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad (LT=45 cm).





Figura 87. *Halaelurus canescens* en vista lateral capturado como fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad (LT=89 cm).



Figura 88. *Pseudoxenomystax albescens* (Luciata) capturado como fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad (LT=120 cm).



Figura 89. Especie de cefalópodo capturado en la pesquería de bacalao de profundidad (LT=87 cm).



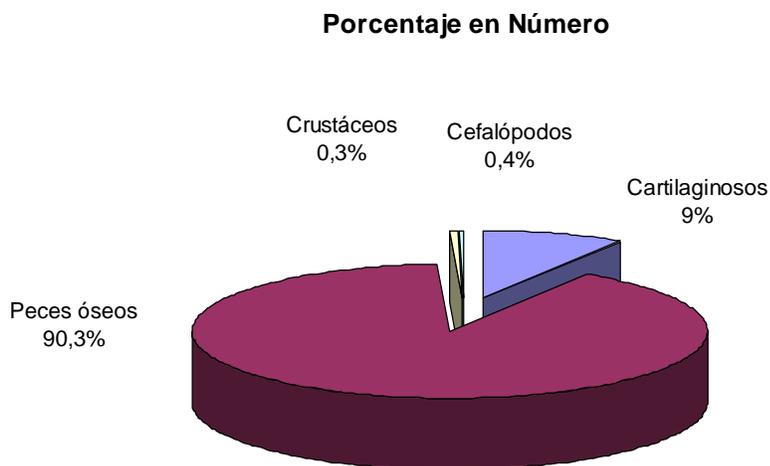


Figura 90. Porcentaje en número para los grupos mayores de la fauna acompañante en la pesquería de bacalao de profundidad.

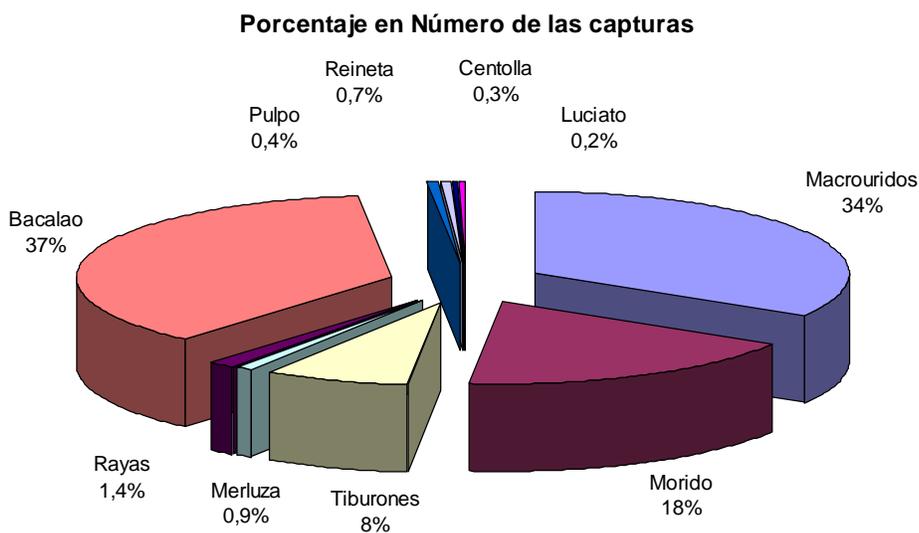
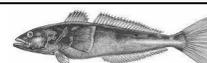


Figura 91. Porcentaje en número para todos los taxa identificados en la fauna acompañante de la pesquería de bacalao de profundidad.



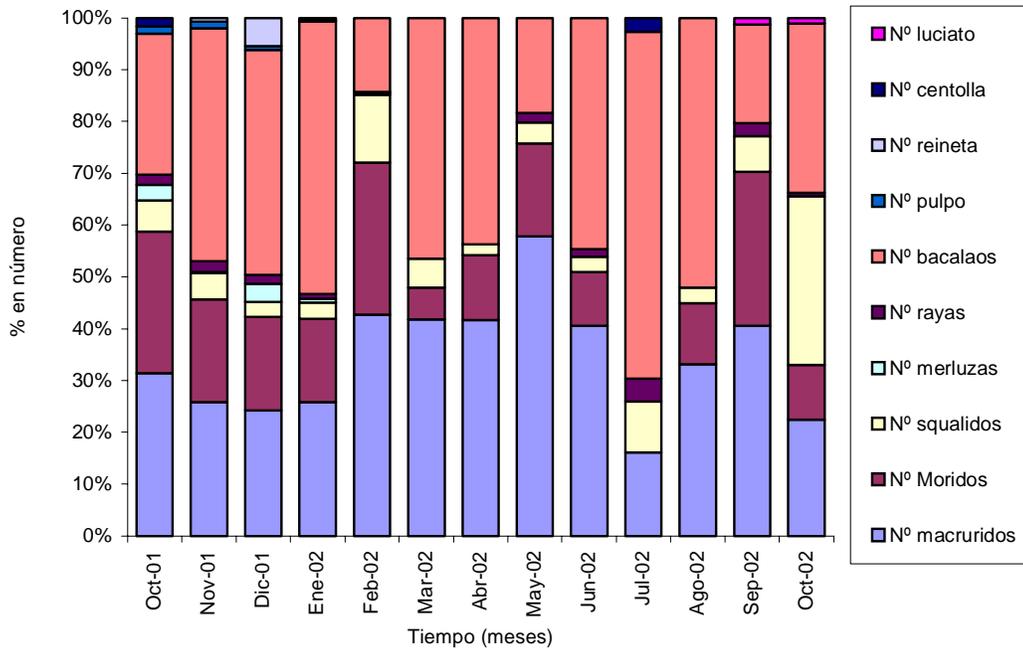


Figura 92. Porcentaje en número de las capturas mensuales para la fauna incidental en la pesquería de bacalao de profundidad para la zona de Lebu.

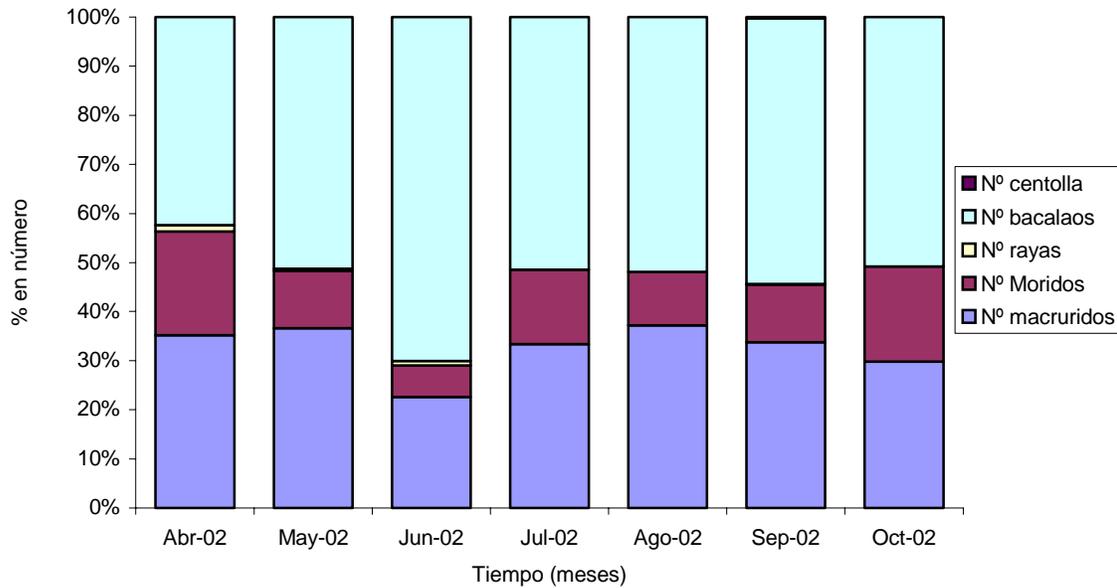


Figura 93. Porcentaje en número de las capturas mensuales para la fauna incidental en la pesquería de bacalao de profundidad para la zona de Quellón.



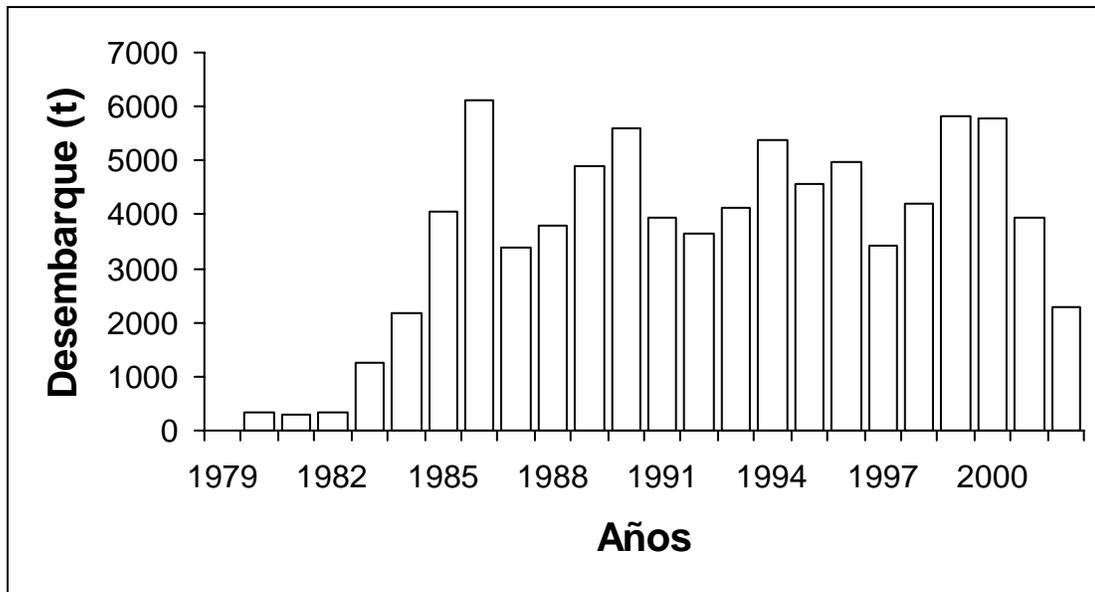


Figura 94. Desembarques de bacalao de profundidad entre 1979 y 2002 (Fuente: SERNAPESCA).



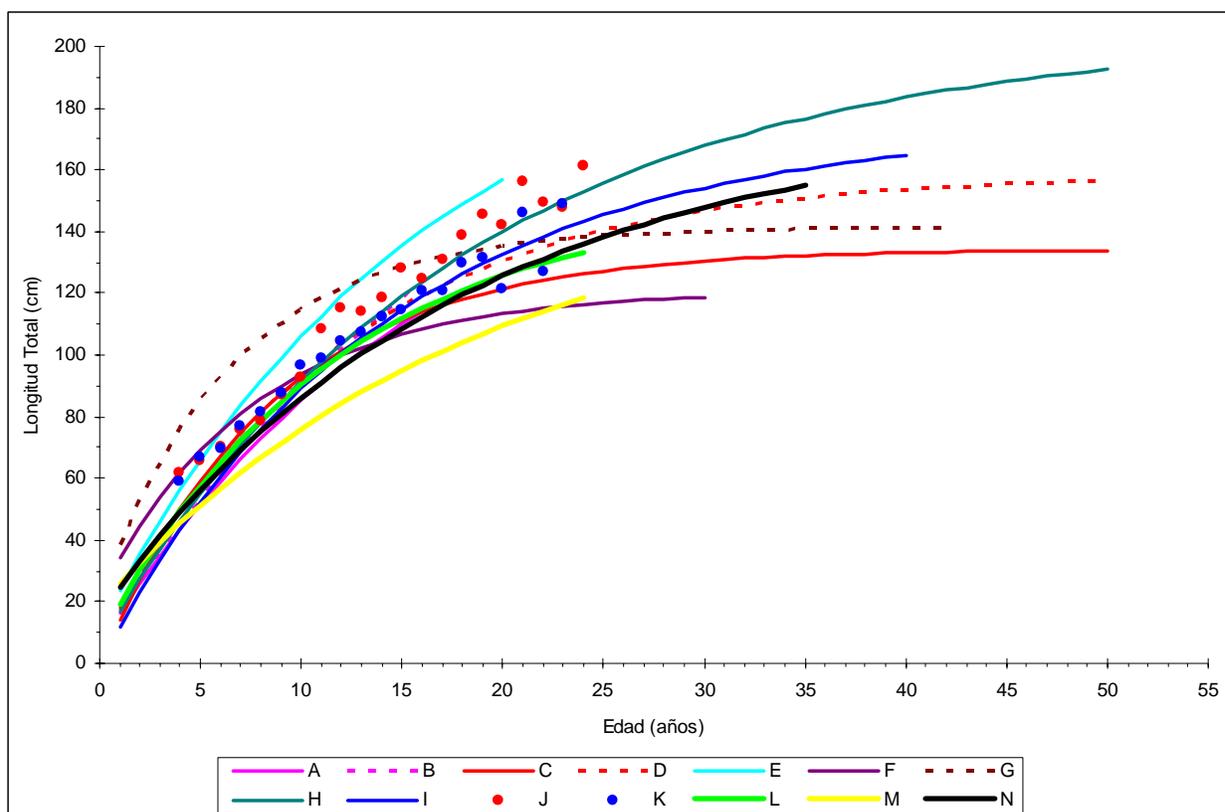
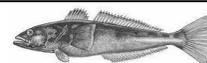


Figura 95. Curvas de crecimiento estimadas para bacalao de profundidad por distintos autores, metodologías y zonas geográficas. A: machos Rubilar *et al.* (1999); B: hembras Rubilar *et al.* (1999); C: machos Horn (2002); D: hembras Horn (2002); E: Aguayo (1992); F: machos Ashford (2001); G: hembras Ashford (2001); H: Zacharov & Frolkina (1976); I: Shust *et al.* (1991); J: hembras Céspedes *et al.* (2001); K: machos Céspedes *et al.* (2001); L: FIP 2001-17 (otolito); M: FIP 2001-17 (escama); N: Presente estudio:



10. ANEXO TABLAS



Tabla 1. Embarcaciones dedicadas a la pesquería de *Dissostichus eleginoides* por puerto base entre la VIII y XII Región.

Pto. Base	Embarcación
Constitución	12
Tomé	1
Lirquén	1
Talcahuano	2
San Vicente	9
Lota	2
Lebu	41
Valdivia	24
Corral	1
Pto. Montt	3
Ancud	1
Quellón	1
Pto. Natales (vacías)	1 2
Total general	101

Tabla 2. Resumen de la operación de la flota en términos de número de barcos, días fuera de puerto (dfp), captura (t), y rendimientos de pesca.

Año	Nº barcos	Dfp	Captura (t)	Rendimiento (kg/dfp) Razón	Rendimiento promedio (kg/dfp)
2001	192	17.673	2874,9	162,7	175,4
2002	220	20.556	3351,4	163,0	193,8



Tabla 3. Resumen de la operación de la flota en términos de número de barcos, días fuera de puerto (dfp), captura (t), y rendimientos de pesca. ZONA 1 (Límite Norte de la V al Límite Sur de la VII Región).

Mes	2001				2002			
	N° barcos	dfp	Captura (t)	Rendimiento promedio (kg/dfp)	N° barcos	dfp	Captura (t)	Rendimiento promedio (kg/dfp)
ENE	1	1	0,968	968,0				
FEB								
MAR	1	10	1,775	177,5				
ABR	3	41	4,383	128,5				
MAY	1	9	1,313	145,9	1	18	0,980	54,4
JUN					1	11	3,918	356,2
JUL	1	19	2,051	107,9	2	20	3,011	165,5
AGO	8	76	7,191	91,4	1	25	1,090	43,6
SEP					1	26	4,793	184,3
OCT								
NOV								
DIC								

Tabla 4. Resumen de la operación de la flota en términos de número de barcos, días fuera de puerto (dfp), captura (t), y rendimientos de pesca. Año 2001, ZONA 2 (Límite Norte de la VIII y Límite Sur de la IX).

Mes	2001				2002			
	N° barcos	Dfp	Captura (t)	Rendimiento promedio (kg/dfp)	N° barcos	dfp	Captura (t)	Rendimiento promedio (kg/dfp)
ENE	41	551	73,372	215,2	53	658	134,599	233,9
FEB	53	874	98,469	135,0	61	921	148,693	197,1
MAR	62	969	99,986	113,2	48	730	109,722	156,2
ABR	50	789	86,851	136,2	45	900	120,899	147,4
MAY	46	638	107,958	187,2	56	787	117,489	175,2
JUN	56	751	99,671	158,7	67	982	110,402	130,8
JUL	50	653	239,450	288,7	62	743	116,935	165,8
AGO	82	1232	141,491	137,0	64	829	108,416	161,7
SEP	64	843	109,418	135,9	59	1540	94,916	120,8
OCT	67	1221	211,956	196,1	44	668	118,953	159,9
NOV	62	1139	180,541	179,6	37	701	92,544	141,8
DIC	73	1193	259,104	238,8	60	956	149,780	213,5

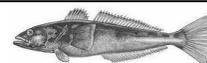


Tabla 5. Resumen de la operación de la flota en términos de número de barcos, días fuera de puerto (dfp), captura (t), y rendimientos de pesca. ZONA 3 (Al sur del límite norte de la X Región).

Mes	2001			2002				
	Nº barcos	Dfp	Captura (t)	Rendimiento promedio (kg/dfp)	Nº barcos	dfp	Captura (t)	Rendimiento promedio (kg/dfp)
ENE	46	793	137,0	184,2	31	505	139,6	292,9
FEB	60	1140	156,9	185,9	34	885	173,3	289,4
MAR	37	842	111,4	141,5	34	924	193,7	272,1
ABR	20	392	74,6	190,5	12	322	54,3	179,5
MAY	25	581	97,1	195,8	21	606	79,3	151,3
JUN	14	268	23,8	95,8	21	513	86,4	249,2
JUL	6	88	10,3	112,3	18	411	68,2	169,7
AGO	14	200	28,0	346,2	23	495	63,3	221,5
SEP	17	304	54,4	180,2	38	760	155,3	291,6
OCT	29	616	158,0	270,0	58	1194	219,2	216,3
NOV	31	707	149,0	229,3	77	1669	327,0	233,5
DIC	35	733	148,5	224,1	79	1757	355,0	231,0

Tabla 6. Coeficientes estimados del modelo de efectos principales utilizado para analizar la captura por unidad de esfuerzo de bacalao de profundidad, con los efectos año (2 niveles), mes (12 niveles) y zonas de pesca (3 niveles).

	Coeficientes	E. Estándar	Valor - t	ln(CPUE)	CPUE*
(Intercepto)	0.0000	0.0000	0.0000		
2001	-0.0156	0.0334	-0.4666	4.9629	143.32
2002	0.0000	0.0000	0.0000	4.8861	141.18
ENE	-0.1886	0.0833	-2.2657	4.9629	143.32
FEB	-0.2713	0.0845	-3.2085	4.1097	119.10
MAR	-0.3052	0.0889	-3.4331	3.7838	109.66
ABR	-0.1670	0.0885	-1.8866	3.6575	106.04
MAY	-0.3335	0.0882	-3.7808	4.1994	121.75
JUN	-0.2551	0.0922	-2.7672	3.5554	103.08
JUL	-0.3935	0.0844	-4.6609	3.8453	111.52
AGO	-0.2452	0.0875	-2.8032	3.3483	97.04
SEP	-0.0052	0.0824	-0.0630	3.8837	112.59
OCT	-0.0612	0.0827	-0.7401	4.9372	143.07
NOV	-0.1163	0.0794	-1.4658	4.6681	135.27
DIC	0.0895	0.1947	0.4597	4.4178	127.98
Zona 1	0.0000	0.0000	0.0000	5.4276	157.36
Zona 2	0.2143	0.0363	5.8993	4.9629	141.18
Zona 3	0.0000	0.0000	0.0000	6.1491	175.05

*corregida por $\exp(\sigma^2/2)$



Tabla 7. Resumen del esfuerzo de pesca en las bitácoras de pesca de los muestreos biológicos de bacalao de profundidad en Lebu.

Mes	N° lances	Duración		Duración		DIAS		Captura Kg	CPUE (g/1000 anz)	DS	n
		Calado min	DS min	Virado Min	DS min	DFPTO días					
ENE	19	31	5	174	36	9	1550.0	90.6	35.1	19	
FEB	11	49	15	210	31	6	402.6	36.6	32.3	11	
MAR	8	43	15	174	30	4	339.0	47.1	27.2	8	
ABR	9	49	7	211	52	4	337.0	37.4	35.1	9	
MAY	11	47	7	252	26	4	303.0	27.5	39.5	11	
JUN	6	55	6	322	29	4	530.0	58.9	46.3	6	
JUL	3	25	5	170	17	5	140.0	51.9	33.9	3	
AGO	11	33	12	198	63	4	878.0	83.4	61.2	10	
SEP	9	57	20	215	23	5	477.0	53.0	59.0	9	
OCT	15	49	26	214	56	4	1385.0	98.9	53.3	14	
NOV	12	62	17	200	14	4	781.0	65.1	43.4	12	
DIC	17	29	6	164	32	6	1185.4	77.5	65.3	17	
Promedio	10.9	44.1	11.8	208.7	34.1	4.9	692.3	60.7	44.3		

Tabla 8. Resumen del esfuerzo de pesca en las bitácoras de pesca de los muestreos biológicos de bacalao de profundidad en Quellón.

Mes	N° lances	Duración		Duración		DIAS		Captura Kg	CPUE (g/1000 anz)	DS	n
		Calado min	DS min	Virado min	DS min	DFPTO días					
ENE											
FEB											
MAR											
ABR	4	41	25	76	17	15	1795	747.9	75.3	4	
MAY	24	34	7	87	17	7	3273	272.8	153.2	20	
JUN	12	42	6	181	20	12	1140	158.3	76.4	12	
JUL	15	39	6	166	12	14	1532	170.2	81.0	15	
AGO	20	35	4	114	15	8	4730	337.9	144.1	20	
SEP	18	31	3	114	19	7	4624	367.0	229.4	18	
OCT	16	30	3	94	14	7	4670	417.0	256.3	16	
NOV											
DIC											
Promedio	15.6	36	7.7	118.857	16.3	10	3109.1	353.0	145.1	105	



Tabla 9. Distribución de frecuencias de talla mensual en las capturas de bacalao de profundidad en las tres localidades.

Long.	2001			2002										TOTAL
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	
35,1-40,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40,1-45,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45,1-50,0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
50,1-55,0	0	2	0	2	8	1	0	0	0	1	1	1	0	16
55,1-60,0	4	5	13	10	28	7	14	2	5	2	11	3	6	110
60,1-65,0	10	37	45	35	80	50	33	29	29	22	14	11	29	424
65,1-70,0	14	47	59	72	83	72	63	52	71	47	38	25	55	698
70,1-75,0	38	72	93	88	65	74	55	56	114	65	48	47	43	858
75,1-80,0	63	60	59	90	39	68	30	46	82	54	53	32	60	736
80,1-85,0	59	58	56	47	58	43	38	46	81	60	46	37	50	679
85,1-90,0	40	39	28	31	43	23	29	33	29	51	37	44	62	489
90,1-95,0	24	32	10	15	24	17	23	30	22	26	35	27	48	333
95,1-100,0	21	21	3	8	11	21	10	32	12	18	19	28	26	230
100,1-105,0	18	16	8	8	14	10	15	18	5	18	18	13	21	182
105,1-110,0	10	7	3	6	19	15	17	14	18	22	9	8	9	157
110,1-115,0	14	9	7	1	11	21	14	5	4	12	6	10	9	123
115,1-120,0	9	6	1	5	8	16	10	3	3	4	6	9	12	92
120,1-125,0	15	6	0	2	3	17	17	3	2	7	3	2	5	82
125,1-130,0	2	2	1	0	2	8	11	8	3	5	4	2	3	51
130,1-135,0	6	2	0	0	3	6	5	4	3	1	4	2	3	39
135,1-140,0	5	0	0	0	2	4	8	4	2	1	4	2	5	37
140,1-145,0	3	3	2	0	0	1	10	2	5	2	0	1	1	30
145,1-150,0	2	0	0	0	1	2	6	1	0	3	1	1	3	20
150,1-155,0	0	0	0	1	0	1	4	0	0	0	0	1	0	7
155,1-160,0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	4
160,1-165,0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	4
165,1-170,0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	5
170,1-175,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
175,1-180,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
180,1-185,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
185,1-190,0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
190,1-195,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
195,1-200,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	359	426	389	421	504	481	417	388	491	422	358	308	452	5416



Tabla 10. Distribución de frecuencias de talla mensual en las capturas de bacalao de profundidad en la localidad de Lebu.

Long.	2001				2002									
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	TOTAL
35,1-40,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40,1-45,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45,1-50,0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
50,1-55,0	0	2	0	0	7	1	0	0	0	0	1	1	0	12
55,1-60,0	3	2	5	4	14	3	8	2	0	0	11	2	2	56
60,1-65,0	7	10	19	21	39	37	9	22	9	13	10	9	8	213
65,1-70,0	2	13	17	56	33	51	42	31	37	27	37	22	21	389
70,1-75,0	18	33	44	66	27	36	22	32	54	35	44	39	17	467
75,1-80,0	28	27	23	52	15	18	12	23	27	22	39	26	33	345
80,1-85,0	26	38	23	22	30	8	8	14	21	10	24	17	19	260
85,1-90,0	18	22	12	6	14	1	6	5	6	6	9	14	18	137
90,1-95,0	14	23	3	4	10	2	9	2	1	1	4	6	21	100
95,1-100,0	17	15	1	3	5	1	2	5	1	4	7	4	9	74
100,1-105,0	14	5	5	3	3	1	4	2	1	4	4	3	10	59
105,1-110,0	5	6	2	2	0	0	5	2	2	1	2	0	2	29
110,1-115,0	13	4	5	1	0	2	2	0	1	2	1	4	1	36
115,1-120,0	8	5	1	0	0	1	2	1	1	0	2	0	1	22
120,1-125,0	13	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	20
125,1-130,0	2	0	1	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	8
130,1-135,0	5	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	8
135,1-140,0	4	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
140,1-145,0	0	2	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	6
145,1-150,0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4
150,1-155,0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
155,1-160,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160,1-165,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
165,1-170,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170,1-175,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
175,1-180,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180,1-185,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
185,1-190,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
190,1-195,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
195,1-200,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	199	213	162	240	199	162	138	144	161	128	198	148	163	2255

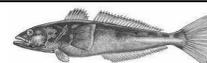


Tabla 11. Distribución de frecuencias de talla mensual en las capturas de bacalao de profundidad en la localidad de Valdivia.

Long.	2001			2002										TOTAL
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	
35,1-40,0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
40,1-45,0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
45,1-50,0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	1
50,1-55,0		0	0	2	1	0	0	0	0	1		0	4	
55,1-60,0		3	2	5	11	2	5	0	3	2		4	37	
60,1-65,0		11	14	4	36	7	22	5	11	6		15	131	
65,1-70,0		12	20	5	45	11	14	11	18	18		32	186	
70,1-75,0		8	22	5	30	31	23	12	34	19		22	206	
75,1-80,0		7	5	0	14	38	9	15	32	17		18	155	
80,1-85,0		7	4	0	7	22	8	6	25	23		14	116	
85,1-90,0		2	3	0	1	17	6	5	11	13		13	71	
90,1-95,0		1	0	0	0	9	2	9	8	10		5	44	
95,1-100,0		0	0	0	1	7	4	3	7	4		3	29	
100,1-105,0		1	0	0	0	2	4	4	0	6		2	19	
105,1-110,0		0	0	0	0	3	2	4	7	8		1	25	
110,1-115,0		0	0	0	0	3	4	1	1	1		0	10	
115,1-120,0		0	0	0	0	3	2	2	2	0		0	9	
120,1-125,0		0	0	0	0	2	5	2	2	3		0	14	
125,1-130,0		0	0	0	0	1	2	2	3	2		0	10	
130,1-135,0		0	0	0	0	0	4	1	2	0		0	7	
135,1-140,0		0	0	0	0	1	2	2	2	0		0	7	
140,1-145,0		0	0	0	0	0	0	1	2	0		0	3	
145,1-150,0		0	0	0	0	0	1	0	0	1		0	2	
150,1-155,0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
155,1-160,0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
160,1-165,0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
165,1-170,0		0	0	0	0	0	0	0	1	0		0	1	
170,1-175,0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
175,1-180,0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
180,1-185,0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
185,1-190,0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
190,1-195,0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
195,1-200,0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
Total		53	70	21	146	159	119	85	171	134	0	0	129	1087

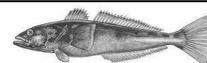


Tabla 12. Distribución de frecuencias de talla mensual en las capturas de bacalao de profundidad en la localidad de Quellón.

Long.	2001			2002										TOTAL
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	
35,1-40,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40,1-45,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45,1-50,0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
50,1-55,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55,1-60,0	1	0	6	1	3	2	1	0	2	0	0	1	0	17
60,1-65,0	3	16	12	10	5	6	2	2	9	3	4	2	6	80
65,1-70,0	12	22	22	11	5	10	7	10	16	2	1	3	2	123
70,1-75,0	20	31	27	17	8	7	10	12	26	11	4	8	4	185
75,1-80,0	35	26	31	38	10	12	9	8	23	15	14	6	9	236
80,1-85,0	33	13	29	25	21	13	22	26	35	27	22	20	17	303
85,1-90,0	22	15	13	25	28	5	17	23	12	32	28	30	31	281
90,1-95,0	10	8	7	11	14	6	12	19	13	15	31	21	22	189
95,1-100,0	4	6	2	5	5	13	4	24	4	10	12	24	14	127
100,1-105,0	4	10	3	5	11	7	7	12	4	8	14	10	9	104
105,1-110,0	5	1	1	4	19	12	10	8	9	13	7	8	6	103
110,1-115,0	1	5	2	0	11	16	8	4	2	9	5	6	8	77
115,1-120,0	1	1	0	5	8	12	6	0	0	4	4	9	11	61
120,1-125,0	2	2	0	2	3	15	12	0	0	4	3	1	4	48
125,1-130,0	0	2	0	0	2	7	7	6	0	2	2	2	3	33
130,1-135,0	1	1	0	0	3	6	0	2	1	1	4	2	3	24
135,1-140,0	1	0	0	0	1	3	5	2	0	1	4	2	5	24
140,1-145,0	3	1	1	0	0	1	8	1	3	1	0	1	1	21
145,1-150,0	0	0	0	0	1	2	5	0	0	1	1	1	3	14
150,1-155,0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	1	0	6
155,1-160,0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	4
160,1-165,0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	4
165,1-170,0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	4
170,1-175,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175,1-180,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
180,1-185,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
185,1-190,0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
190,1-195,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
195,1-200,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	160	160	157	160	159	160	160	159	159	160	160	160	160	2074



Tabla 13. Escala de madurez para nototénidos y caníctidos basados en ciclos de ovarios y testículos de *Notothenia coriiceps*, *Champscephalus gunnari*, *Chaenocephalus aceratus* y *Pseudochaenichthys georgianus* (Kock & Kellerman, 1991).

Estado de Madurez		DESCRIPCIÓN
HEMBRAS		
I	Inmaduro	Ovario pequeño, firme, sin óvulos visibles a ojo desnudo.
II	Latente	Ovario más extendido, firme, pequeños ovocitos visibles, dando al ovario una apariencia granulosa
III	En desarrollo	Gónadas grandes, comienza a llenarse la cavidad abdominal, color varía de acuerdo a la especie, contiene ovocitos de dos tamaños.
IV	Maduro	Gónadas grandes, cavidad abdominal llena o dilatada. Al abrir o cortar escurren los ovocitos grandes.
V	Desovado	Gónadas contraídas, flácidas, contiene unos pocos ovocitos residuales y muchos otros de pequeño tamaño.
MACHOS		
I	Inmaduro	Testículos pequeños, translúcidos, blanquizcos, largos, delgada franja adherida a la columna vertebral.
II	Latente	Testículos blancos, planos, con pliegues, fácilmente visibles a ojos desnudo, cerca de ¼ longitud de la cavidad abdominal.
III	En desarrollo	Testículos grandes, blancos y con pliegues. Al presionar o cortar no escurre líquido seminal.
IV	Maduro	Testículos grandes, blancos opalescente. Al presionar o cortar escurren gotas de líquido seminal.
V	Evacuado	Testículos contraídos, flácidos, color blanco barroso (sucio).

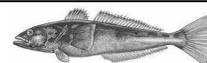


Tabla 14. Tamaño de muestras estimadas, considerando la proporción de las distintas edades.

Edad	Propor	T. Muestra
4	0,006	9
5	0,039	58
6	0,093	130
7	0,116	157
8	0,162	208
9	0,148	193
10	0,141	186
11	0,107	147
12	0,079	112
13	0,050	73
14	0,033	50
15	0,017	25
16	0,010	15
Total	1	1.363



Tabla 15. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para los machos de bacalao desembarcado en la localidad de Lebu.

TALLA	GRUPO DE EDAD																			Total	
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII		
50 - 55	1				2																3
55 - 60		3	3																		6
60 - 65		2	11	7	2																22
65 - 70			3	17	15	2		1													38
70 - 75			2	7	22	5	3	1	2							1					43
75 - 80			2	6	9	11	4	3													35
80 - 85			1		6	9	9	2		1											28
85 - 90						3	12	3		1											19
90 - 95							2	1	4		2										9
95 - 100								2	1	1	2		1								7
100 - 105				1					4	3		1									9
105 - 110								1		3											4
110 - 115									1	4	1										6
115 - 120									1	1	1		2		1						6
120 - 125											2	2									5
125 - 130												1									1
Total	1	5	22	38	56	30	30	14	12	11	11	5	3		1	1				1	241

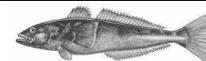


Tabla 16. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para las hembras de bacalao desembarcado en la localidad de Lebu.

TALLA	GRUPO DE EDAD																					Total				
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV		XXV	XXVI	XXVII	
50 - 55				2																					2	
55 - 60				2	1	2	2																			7
60 - 65				5	13	4	1		1																	24
65 - 70				4	12	7	4	1	1																	29
70 - 75				3	20	32	31	3																		89
75 - 80					4	17	23	13	2		1															60
80 - 85					1	11	17	17	14	1																61
85 - 90					1	2	11	10	9	5																38
90 - 95						1	1	5	5	6	2	1				2										23
95 - 100							1	1	2	4	2	3	4				2									19
100 - 105							1	1	2	2	2	3														11
105 - 110									1	3	1			1												6
110 - 115									1			2		6	2		1									12
115 - 120										1		3		1												5
120 - 125												2	1	1		1										5
125 - 130																	1									1
130 - 135																	1	1								3
135 - 140														1	1											2
140 - 145																								1		1
145 - 150															1	1										2
150 - 155																					1					1
155 - 160																										
160 - 165																										
165 - 170																										
170 - 175																1										1
TOTAL			14	54	77	91	51	38	22	8	12	6	9	5	5	3	4	1		1				1	402	

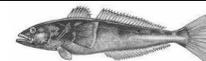


Tabla 17. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para los machos de bacalao desembarcado en la localidad de Quellón.

TALLA	GRUPO DE EDAD																			Total	
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII		
50 - 55																					
55 - 60																					
60 - 65				1																	1
65 - 70				3																	3
70 - 75				2	3	2															7
75 - 80				1		4	1														6
80 - 85					3	3	2	1													9
85 - 90					2	7	11	5	1	1	1										28
90 - 95					2	7	8	5	3	2		1	1					1			30
95 - 100						1	2	7	3	2	1										16
100 - 105						3	2	2		2	3		1					2			15
105 - 110						1				1	1	2	3							1	9
110 - 115							1			1	3	1	2	1		3					12
115 - 120										1	1	1		1	1		1				6
120 - 125														1		1	1			2	5
125 - 130														1							1
130 - 135														2					2		4
135 - 140																1		2			3
140 - 145												1			1					1	3
TOTAL				7	7	12	8	10	5	6	5	3	8	2	3	1	5	1	4	158	

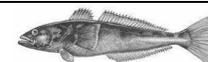


Tabla 20. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para las hembras de bacalao desembarcado en la localidad de Valdivia.

TALLA	GRUPO DE EDAD																			Total	
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII		XXIII
50 - 55					1																1
55 - 60		1	4	1																	6
60 - 65		1	9	10	2																22
65 - 70			6	22	13	4															45
70 - 75			1	16	21	11	3		1												53
75 - 80				3	12	15	6														36
80 - 85					6	11	8	8	1												34
85 - 90					1	6	6	1													14
90 - 95						3	2	5	2												12
95 - 100							1	4		2		2									9
100 - 105						1			1		1			1							4
105 - 110									2	3	1										6
110 - 115												2	1								3
115 - 120												1									1
120 - 125											1		1								2
125 - 130										1											1
130 - 135															1						1
135 - 140													1	1						1	3
140 - 145																	1			1	2
145 - 150														1							1
TOTAL		2	20	52	56	51	26	18	7	6	3	5	3	4			1		2	1	257

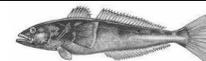


Tabla 21. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para los machos de bacalao desembarcado en todas las localidades consideradas en el estudio.

TALLA	GRUPO DE EDAD																			Total
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	
50 - 55	1				2															3
55 - 60		3	5																	8
60 - 65		5	25	21	4															55
65 - 70			8	37	18	2		2												67
70 - 75			3	18	34	16	4	1	2							1				79
75 - 80			2	13	16	22	9	4												66
80 - 85			1		16	18	15	4		1										55
85 - 90					3	12	28	10	1	2	1									57
90 - 95					3	9	12	7	8	2	2	2	1				1			47
95 - 100						2	2	10	6	4	3	1	1							29
100 - 105				1		3	3	3	4	7	4	1	1				2			29
105 - 110					1			1	1	5	3	2	3			1			1	18
110 - 115							1		3	4	5	3	1		3					20
115 - 120									2	2	4		4	1	1	1				15
120 - 125									1		2	3	1	1	1	1	1		3	14
125 - 130									1			1	1	1	1					5
130 - 135												2	1					2		5
135 - 140														1		3				4
140 - 145												2		1					1	4
TOTAL		6	39	72	70	58	43	28	18	18	16	10	11	4	4	2	6	1	5	580

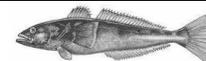


Tabla 23. Clave talla-edad anual (octubre 2001 a septiembre 2002) para machos y hembras de bacalao desembarcados en las tres localidades consideradas en el estudio.

TALLA	GRUPO DE EDAD																					Total							
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV		XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI+	
50-55	1			2	3																								6
55-60		4	12	2	2	2																						22	
60-65		6	39	46	10	1		1																				103	
65-70			18	78	41	10	2	3																				152	
70-75			7	59	94	63	12	1	3						1													240	
75-80			4	25	63	70	33	7		1	1																	204	
80-85			1	4	41	58	53	28	5	2	1		1															194	
85-90				2	9	45	58	30	10	2	2																	158	
90-95					6	20	34	24	21	10	5	2	1	1	2		1											127	
95-100					3	5	11	21	18	10	11	7	1		2	2	1											92	
100-105				1		8	4	10	13	11	9	2	4	1		2												65	
105-110					1			5	11	12	7	5	7	2				1										53	
110-115				1		1	2	5	6	7	7	9	3	6	2													49	
115-120				1		1		4	4	10	3	8	1	2	1	3			1									39	
120-125								3	1	3	5	6	2	1	4	3	2	4	1									35	
125-130									1	1		1	4	1	1	2	1		1								1	14	
130-135					1							3	3			1	4	1										13	
135-140												1	3	2		6		1										13	
140-145											2	1	2			1		2							2			10	
145-150													1	1	1			1					1	1			1	7	
150-155																		1				1				1		3	
155-160																													
160-165																						1						1	
165-170																													
170-175															1													1	
175-180																											1	1	
TOTAL	1	10	81	219	274	284	209	132	94	60	56	34	45	21	18	13	20	7	10	4			2	1	3	1		3	1602

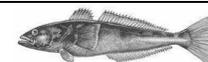


Tabla 24. Parámetros de crecimiento estimados para el bacalao de profundidad, desembarcados en las localidades de Lebu, Valdivia y Quellón. Por sexos y combinados.

	L_{∞} (cm)	K (años ⁻¹)	t_0 (años)	n
Machos	182,442	0,055	-1,684	451
I.C.	(155,6 209,3)	(0,039 0,069)	(-2,55 -0,82)	
Hembras	181,613	0,054	-1,828	809
I.C.	(164,8 198,4)	(0,043 0,065)	(-2,62 -1,03)	
Ambos	176,244	0,058	-1,647	1.410
I.C.	(164,1 188,4)	0,049 0,066)	(-2,19 -1,10)	

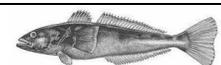


Tabla 25. Rango de longitudes y número de escamas analizadas y no legibles por sexo y por mes, de las localidades de: Lebu, Valdivia y Quellón.

Mes	Lebu			Quellon			Valdivia			Total		
	Ltmax	Ltmin	n	Ltmax	Ltmin	n	Ltmax	Ltmin	n	Ltmax	Ltmin	n
Oct-01	147	61	72	170	65	47				170	61	119
Nov-01	142	62	10	141	64	41	103	50	80	142	50	131
Dic-01	145	58	35	142	49	38	86	54	59	145	49	132
Ene-02	123	50	52	152	62	53	89	52	28	152	50	133
Feb-02	137	43	42	190	63	41	136	59	36	190	43	119
Mar-02	116	54	45	136	93	19	135	61	35	136	54	99
Abr-02	151	65	32	161	88	25	146	60	39	161	60	96
May-02				115	76	21	141	65	38	141	65	59
Jun-02	111	66	24	115	70	20	135	64	20	135	64	64
Jul-02	105	67	13	135	76	21	106	52	13	135	52	47
Ago-02	117	59	20	132	77	24				132	59	44
Sept-02	123	50	23	146	82	14				146	50	37
Total	151	43	368	190	49	364	146	50	348	190	43	1080

Tabla 26. Distribución porcentual del tipo de borde en formación en el periodo de muestreo.

Mes	Año	Tipo de borde (%)		n
		Opaco	Hialino	
Octubre	2001	82	18	119
Noviembre	2001	82	18	131
Diciembre	2001	68	32	132
Enero	2002	57	43	133
Febrero	2002	42	58	119
Marzo	2002	41	59	99
Abril	2002	41	59	96
Mayo	2002	12	88	59
Junio	2002	12	88	64
Julio	2002	15	85	47
Agosto	2002	14	86	44
Septiembre	2002	22	78	37

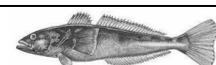


Tabla 27. Parámetros de la relación potencial utilizada para el retrocálculo de longitudes a edades pretéritas considerando el radio de la escama (X) y la longitud del pez (Y).

MACHOS

Coef. Det. (r^2)	GL Ajuste (r^2)	Error Std	Valor F	n
0,7666	0,7640	640,13	604,47	186

Parámetro	Valor	Error Std	Valor t	Limites de confianza (95%)	P> t	
a	100,95	16,76	6,022	67,88	134,03	0,000
b	0,926	0,0369	25,056	0,8535	0,9994	0,000

HEMBRAS

Coef. Det. (r^2)	GL Ajuste (r^2)	Error Std	Valor F	n
0,8298	0,8290	704,61	2272,2	468

Parámetro	Valor	Error Std	Valor t	Limites de confianza (95%)	P> t	
a	53,487	5,212	10,2619	43,245	63,73	0,000
b	1,0683	0,0212	50,265	1,0265	1,110	0,000

INDETERMINADOS

Coef. Det. (r^2)	GL Ajuste (r^2)	Error Std	Valor F	n
0,8729	0,8723	695,483	2912,683	426

Parámetro	Valor	Error Std	Valor t	Limites de confianza (95%)	P> t	
a	65,272	5,293	12,330	54,867	75,676	0,000
b	1,030	0,017	57,920	0,9953	1,0652	0,000

TODOS

Coef. Det. (r^2)	GL Ajuste (r^2)	Error Std	Valor F	n
0,8425	0,8422	697,38	5769,85	1.080

Parámetro	Valor	Error Std	Valor t	Limites de confianza (95%)	P> t	
a	63,14	3,703	17,048	55,876	70,410	0,000
b	1,033	0,012	80,390	1,008	1,059	0,000

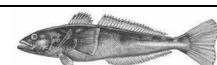


Tabla 28. Resultado del ANCOVA utilizado para comprobar la homogeneidad de pendientes, de la relación entre el radio de la escama y la longitud total del pez por sexo, de bacalao.

Análisis de Varianza

Var. Dep.= lnRadio N= 654 Multiple R= 0,931 Multiple R cuadrado= 0,867					
Fuente	Suma de cuad.	g.l.	Cuad. medios	F	P
LnLpez	28,010	1	28,010	2477,381	0,000
LnLpez*Sexo	0,002	1	0,002	0,144	0,705
Error	7,360	651	0,011		

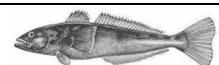


Tabla 29. Longitudes retrocalculadas promedio por edad.

Edad	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23
3	19,9	31,6	39,4																				
4	21,1	35,7	43,5	50,8																			
5	21,3	36,1	45,0	51,4	57,4																		
6	20,8	35,7	44,0	50,9	57,1	62,3																	
7	20,7	35,1	43,3	50,0	55,8	61,0	65,6																
8	19,8	33,6	41,3	47,8	53,7	58,6	63,1	67,5															
9	19,5	33,3	41,1	47,7	53,5	58,6	63,1	67,4	71,3														
10	20,1	34,4	41,7	48,2	54,0	59,2	63,9	68,1	72,2	75,7													
11	19,8	33,8	41,0	47,8	53,6	58,8	63,4	67,6	71,6	74,7	78,2												
12	20,6	34,9	42,5	49,4	55,6	60,6	65,2	69,5	73,6	76,8	80,5	83,8											
13	20,6	35,4	42,8	50,0	55,9	61,5	66,4	70,7	74,7	78,2	81,7	83,9	87,9										
14	20,4	35,4	42,7	49,6	55,5	60,8	65,4	69,7	73,7	77,0	80,5	84,0	86,9	89,6									
15	20,3	34,2	41,7	48,5	54,6	60,0	64,9	69,1	73,2	76,7	80,3	83,6	86,6	89,3	91,7								
16	19,8	34,2	41,1	47,9	54,2	59,9	64,2	68,4	72,0	75,0	78,5	81,9	84,8	87,5	90,0	92,7							
17	20,8	35,6	42,5	49,4	55,7	61,2	65,8	70,3	74,4	77,7	81,5	85,5	88,7	91,6	94,2	97,1	94,8						
18	20,8	36,4	43,6	51,2	57,6	63,1	67,9	72,3	76,1	79,4	82,9	86,4	89,4	92,3	95,3	98,2	101,0	103,7					
19	19,8	35,5	43,0	50,3	56,8	62,5	67,1	71,6	75,8	79,2	82,6	86,3	89,3	92,3	95,1	97,9	100,5	103,0	105,6				
20	21,5	36,9	44,0	51,3	57,4	62,8	67,6	72,1	75,9	79,5	82,8	86,6	89,6	92,7	95,4	98,3	101,0	103,8	106,6	109,3			
21	20,9	35,2	43,2	50,0	56,4	61,5	66,0	70,1	74,3	78,1	82,3	86,2	89,6	92,6	95,7	98,9	102,2	105,3	108,4	110,7	113,0		
22	21,0	35,6	43,4	50,3	56,4	61,9	66,6	70,7	74,6	78,2	81,9	85,7	89,2	92,5	95,6	98,8	101,9	104,9	107,9	110,7	113,3	115,6	
23	20,1	34,9	42,2	49,2	55,1	59,6	63,9	68,1	72,2	75,4	78,9	82,4	85,6	88,4	91,3	94,1	97,1	99,9	102,6	105,2	107,7	110,0	112,2
24	20,6	37,1	43,9	50,8	57,0	62,3	67,1	71,4	75,3	78,8	82,5	86,4	89,7	92,7	95,6	98,5	101,4	104,4	107,5	110,3	112,8	115,1	117,4
25	20,5	35,3	43,3	50,7	56,7	61,3	65,6	70,0	74,1	77,6	81,4	85,4	88,2	91,3	94,2	97,0	99,8	102,9	105,5	108,2	110,7	113,0	115,1
26	19,6	35,5	42,7	50,1	56,3	62,2	67,2	71,5	75,4	78,6	81,7	85,8	88,8	91,7	94,3	97,0	99,9	102,5	105,3	108,1	110,7	113,5	116,0
27	20,9	35,8	43,6	50,6	57,4	62,4	67,0	71,5	75,3	78,4	81,7	85,7	88,6	91,5	94,3	96,9	100,0	102,9	105,7	108,5	110,8	113,4	115,8

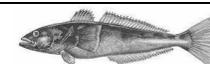


Tabla 29 (Cont.). Longitudes retrocalculadas promedio por edad.

Edad	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23
28	22,3	36,1	45,0	52,5	59,3	65,0	70,8	75,4	79,1	82,6	85,9	88,7	92,1	95,1	98,2	101,1	104,1	107,4	110,4	114,0	116,3	118,0	120,3
29	18,8	35,7	42,6	48,4	53,3	57,4	61,1	65,2	69,7	73,5	78,0	82,3	85,4	88,5	91,1	94,0	96,9	100,1	103,3	106,0	108,4	110,9	113,4
30	20,1	34,9	43,0	50,4	57,4	62,2	66,7	71,4	75,6	78,7	82,6	86,3	89,4	92,2	95,3	98,3	101,5	104,9	107,7	110,4	112,7	115,1	117,6
31	21,3	36,1	43,4	51,1	57,3	63,1	67,8	72,0	76,0	79,0	81,9	86,1	89,0	92,0	94,6	97,3	100,0	102,7	104,9	107,9	110,9	113,5	116,7
32	21,7	36,8	44,8	50,2	56,8	60,9	64,4	68,0	72,3	76,0	81,5	85,2	88,3	91,1	93,7	96,5	99,1	102,7	106,2	109,4	111,4	114,1	116,4
33	18,7	33,4	41,0	48,4	54,3	59,3	63,3	67,1	71,0	74,0	77,2	81,0	84,0	86,7	89,5	92,4	95,0	97,8	100,7	103,1	105,7	108,0	110,3
34	17,2	33,3	41,0	47,8	53,3	58,0	62,0	66,1	70,3	74,7	78,4	82,6	85,7	88,5	90,7	93,5	96,3	98,9	101,8	104,4	106,8	109,5	112,0
35	20,1	33,1	40,6	48,0	54,7	61,7	66,6	70,6	74,5	77,8	80,6	84,0	87,0	90,3	93,4	96,3	99,2	101,6	104,2	106,4	108,7	110,9	113,7
36	16,5	33,5	40,8	47,9	53,3	58,8	63,7	67,3	71,0	74,5	77,8	81,2	83,4	86,1	89,1	92,1	94,6	97,2	100,4	103,5	105,7	107,9	110,2
38	21,8	36,6	41,7	48,2	53,8	59,5	64,3	68,5	72,1	74,4	76,8	80,5	82,9	85,7	88,9	91,6	94,4	96,6	99,7	102,4	104,7	107,5	109,9
39	15,7	31,9	37,9	43,8	48,5	53,0	58,3	62,2	65,8	68,8	71,8	75,6	78,3	80,3	82,4	84,8	87,2	89,9	91,9	93,9	96,1	98,8	101,7
40	21,3	35,9	44,6	50,9	57,2	62,5	66,6	70,6	74,7	77,7	81,4	84,9	87,8	90,6	93,7	96,8	99,6	102,4	105,2	108,2	110,4	112,7	115,0
43	18,2	28,2	35,0	40,4	45,7	50,4	56,0	61,4	64,4	68,2	69,7	73,6	76,1	78,3	81,1	83,7	86,4	89,0	90,9	93,6	96,0	98,5	100,8
49	21,5	33,1	44,9	53,1	59,7	65,1	68,9	73,1	76,9	79,9	82,9	87,0	90,0	93,1	95,3	97,8	100,6	103,1	106,0	108,7	111,2	113,4	115,5
56	18,6	34,0	42,5	48,0	54,7	60,0	65,1	72,7	76,1	80,2	85,1	89,3	92,3	95,9	98,3	101,5	104,0	106,8	108,9	111,5	113,7	116,2	118,9
Promedio	20,3	34,7	42,3	49,2	55,1	60,3	64,8	69,0	73,2	76,9	80,7	84,5	87,8	90,6	93,5	96,8	99,6	103,0	105,7	108,5	110,8	112,9	114,8
Desvest	1,40	1,70	1,96	2,24	2,60	2,80	2,80	2,89	2,97	2,99	3,31	3,33	3,56	3,87	3,99	4,17	4,37	4,53	4,76	5,01	5,09	5,03	5,06
n	1080	1080	1080	1078	1068	1043	973	899	797	679	582	499	422	355	300	247	222	199	171	149	135	118	101

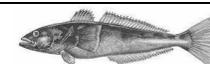


Tabla 29 (Cont.). Longitudes retrocalculadas promedio por edad.

Edad	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35	L36	L37	L38	L39	L40	L41	L42	L43	L44	L45	L46
24	119,7																						
25	117,3	119,1																					
26	118,7	121,2	123,7																				
27	118,3	120,8	123,3	125,6																			
28	122,2	124,4	126,6	129,0	131,0																		
29	115,4	117,8	121,0	124,2	126,3	128,5																	
30	119,8	122,2	124,7	127,0	129,2	131,9	134,7																
31	119,1	121,9	124,6	126,8	129,7	132,0	134,1	136,5															
32	118,4	120,9	123,2	125,8	128,5	130,7	133,0	134,4	136,6														
33	112,6	114,7	117,0	119,4	121,8	125,0	127,6	130,0	132,3	134,4													
34	114,4	116,9	119,2	122,1	124,8	127,3	130,1	132,7	135,4	138,1	140,6												
35	115,9	118,6	121,5	124,1	126,7	129,1	131,3	133,6	136,1	138,3	141,2	143,9											
36	112,4	114,7	117,2	119,4	121,9	124,8	127,2	129,9	132,8	135,3	137,4	139,9	142,3										
38	112,6	114,8	117,0	119,4	121,9	124,7	127,7	129,9	132,5	134,5	137,3	139,4	141,5	144,2	146,5								
39	104,1	106,2	108,2	110,2	112,5	114,8	117,5	120,2	122,1	124,8	127,2	129,3	131,6	133,6	136,2	138,4							
40	117,5	120,0	122,1	124,6	126,9	129,4	132,3	134,7	137,4	140,0	142,3	144,4	146,0	148,4	151,0	153,4	156,2						
43	103,2	105,7	107,5	109,7	112,3	114,8	116,5	118,4	120,6	122,8	124,8	126,6	128,9	130,9	132,8	134,5	137,1	138,9	139,3	140,2			
49	118,5	121,0	123,9	126,0	128,6	131,5	134,2	136,5	139,3	141,3	143,8	145,9	147,0	148,3	149,8	151,1	152,2	153,8	155,6	157,3	158,3	159,4	160,7
56	121,4	123,9	126,3	129,0	130,8	132,5	134,6	137,1	139,2	141,8	143,6	145,9	148,1	150,4	153,0	154,9	156,7	158,5	160,1	162,2	163,9	165,5	167,7
Promedio	117,6	119,5	122,1	124,2	126,4	128,2	130,8	132,2	133,8	136,0	138,8	140,3	142,0	144,1	146,4	148,5	152,4	150,4	151,7	153,2	161,1	162,4	164,2
Desvest	5,16	5,28	5,61	5,82	5,92	5,80	6,08	6,11	6,31	6,55	6,99	7,52	7,61	8,34	8,39	9,33	9,19	10,23	10,94	11,59	3,92	4,33	5,01
n	75	61	52	45	39	36	29	24	22	17	12	11	8	8	7	6	3	3	3	2	2	2	75

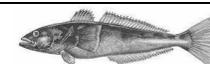


Tabla 29 (Cont.). Longitudes retrocalculadas promedio por edad.

Edad	L47	L48	L49	L50	L51	L52	L53	L54	L55	L56
49	162,0	163,1	164,8							
56	169,7	172,3	174,9	176,6	178,8	180,9	182,9	184,5	186,9	189,2
Promedio	165,9	167,7	169,8	176,6	178,8	180,9	182,9	184,5	186,9	189,2
Desvest	5,44	6,49	7,12	N/E						
n	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1

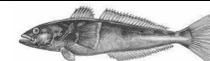


Tabla 30. Parámetros de la ecuación de von Bertalanffy a) obtenidos del ajuste de las longitudes retrocalculadas promedio, sin separación por sexo y estadísticos de interés (b-c).

a)

Parámetros	Valor	Error Std	valor t	Límites de confianza (95%)		P> t
Lα	180,6	2,4318	74,291	175,892	185,438	0,000
K	0,0383	0,0010	35,115	0,0362	0,0405	0,000
t$_0$	-3,8632	0,1424	-27,111	-4,142	-3,583	0,000

b)

Coef. Det. (r ²)	GL Adj (r ²)	Error Std ajuste	N	valor F
0,9729	0,9729	5,5170	900	16124,805

c)

Matriz de covarianza

	Lα	K	t$_0$
L$_{\infty}$	5,91395	-0,00258656	-0,256657
K	-0,00258656	1,19415e-06	0,000133052
T$_0$	-0,256657	0,000133052	0,0203056

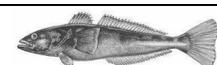


Tabla 31. Background en las regiones de interés (ROI).

Detector	ROI ²⁰⁹Po (cpm)	ROI ²¹⁰Po (cpm)
1	0,002	0,001
2	0,002	0,002
3	0,001	0,002
4	0,002	0,001

Tabla 32. Actividad de ²¹⁰Pb en los otolitos de bacalao de profundidad. Mediciones experimentales.

Muestra	Masa Otolito (g)	No. Otolitos	Actividad ²¹⁰Pb (dpm/g)	Tratamiento
1	0,11	1	0,07	HCl con + HCl 1.5 N
2	0,10	1	0,05	HCl 1.5 N
3	0,25	2	0,07	HCl con + HCl 1.5 N
4	0,21	2	0,10	HCl 1.5 N

Tabla 33. Muestras seleccionadas de las estructuras duras (otolitos) utilizadas para determinar la edad radiométrica de bacalao de profundidad.

Código	Talla del Individuo (cm)	Masa Total (g)	Número Otolitos
A	Menores a 60	0,713	7
B	Entre 65 - 70	0,876	8
C	Entre 80 - 85	1,096	8
D	Entre 100 - 105	1,731	8
E	Entre 115 - 120	2,264	8
F	Mayores a 130	2,102	7
I	Menores a 60	0,899	8
II	Entre 65 - 70	1,016	8
III	Entre 80 - 85	1,140	8
IV	Entre 100 - 105	0,975	6
V	Entre 115 - 120	2,044	8

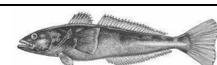


Tabla 34. Actividad de ^{210}Pb y ^{226}Ra por masa de otolito.

Muestra	Longitud	Masa otolitos	N°.	^{210}Pb	^{226}Ra	$^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$
Identificación	(cm)	(g)	Otolitos	(dpm g⁻¹)	(dpm g⁻¹)	
A	< 60	0,7310	7	0,0410	0,2564	0,1599
B	65-70	1,0950	8	0,0923	0,6116	0,1508
C	80-85	2,2640	8	0,0205	0,0885	0,2316
D	100-105	0,8760	8	0,1025	0,1866	0,5493
E	115-120	2,1020	7	0,0410	0,0719	0,5702
F	130	1,7310	8	0,0410	0,0636	0,6447
I	< 60	0,8980	8	0,0410	0,198	0,2071
II	65-70	1,0160	8	0,0513	0,5074	0,1010
III	80-85	1,1400	8	0,0308	0,1465	0,2099
IV	100-105	0,9750	6	0,0820	0,259	0,3166
V	115-120	2,0440	8	0,0718	0,0982	0,7307

Tabla 35. Cálculos de las edades radiométricas de bacalao de profundidad utilizando otolitos enteros.

Identificación	Longitud	No.otolitos	$^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$	Edad promedio
Muestra	(cm)	analizados		Prom/Otolito	otolito (años)
A	< 60	7	0,1599	0,0228	5,9
B	65-70	8	0,1508	0,0189	5,5
C	80-85	8	0,2316	0,0290	8,9
D	100-105	8	0,5493	0,0687	26,9
E	115-120	7	0,5702	0,0815	28,5
F	130	8	0,6447	0,0806	35,0
I	< 60	8	0,2071	0,0259	7,8
II	65-70	8	0,1010	0,0126	3,6
III	80-85	8	0,2099	0,0262	8,0
IV	100-105	6	0,3166	0,0528	12,9
V	115-120	8	0,7307	0,0913	44,3

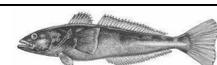


Tabla 36. Sistemas enzimáticos analizados, número de loci determinado para cada enzima, presencia o ausencia de polimorfismo y buffer utilizados en la especie *Dissostichus eleginoides*.

LOCUS	CODIGO	Nº LOCI	POLIMORFISMO	BUFFER
SDH	1.1.1.14	1	No	T.C. 8.0
LDH	1.1.1.27	1	No	T.C. 8.0
MDH	1.1.1.37	2	Si	T.C. 8.0
IDH	1.1.1.42	1	Si	T.C. 8.0
PGM	2.7.5.1	1	Si	T.C. 8.0
EST	3.1.1.1	1	No	Litio
AP	3.4.1.1	1	Si	Litio
GLIO	4.4.1.5	1	No	Poulik
PGI	5.3.1.9	2	Si	Litio
PT	----	2	No	Litio

Tabla 37. Loci polimórficos y frecuencias encontradas para cada una de las localidades.

LOCUS	ALELOS	LEBU	VALDIVIA	QUELLÓN	PTO. WILLIAMS
		Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia
MDH-1	110	0,021	0,008	0,022	0,021
	100	0,959	0,975	0,950	0,958
	90	0,021	0,017	0,028	0,021
IDH-1	100	0,979	0,983	0,978	0,986
	95	0,021	0,017	0,022	0,014
PGM-1	105	0,072	0,076	0,063	0,049
	100	0,928	0,924	0,937	0,951
AP-1	100	0,825	0,822	0,802	0,824
	95	0,175	0,178	0,198	0,176
PGI-1	110	0,031	0,051	0,050	0,035
	100	0,887	0,873	0,887	0,915
	90	0,082	0,076	0,063	0,049
PGI-2	110	0,062	0,059	0,066	0,077
	100	0,912	0,898	0,909	0,880
	90	0,025	0,042	0,025	0,042

Tabla 38. Heterocigosidad observada para cada una de las localidades y promedio por sistema.

Localidad	n	MDH-1	PGM-1	AP-1	PGI-1	PGI-2	IDH-1
Lebu	97	0,082	0,144	0,350	0,206	0,175	0,041
Valdivia	31	0,051	0,153	0,288	0,254	0,203	0,034
Quellón	71	0,101	0,113	0,346	0,151	0,182	0,044
Pto. Williams	159	0,085	0,099	0,268	0,169	0,239	0,028
\bar{X}_{Hobs}		0,067	0,121	0,314	0,188	0,198	0,036

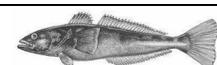


Tabla 39. Escala utilizada para la caracterización de los distintos estados de madurez microscópicas de bacalao de profundidad.

ESTADO	DESCRIPCIÓN
Estado 1. Inactivos.	Son aquellos ovarios que presentan sólo ovocitos que aún no han comenzado la vitelogénesis.
Estado 2. Previtelogénesis.	Son aquellos ovarios que pudiendo presentar la mayoría de los ovocitos sin iniciar la vitelogénesis, también se presentan ovocitos con las típicas vacuolas lipídicas precursoras del vitelo.
Estado 3. Vitelogénesis.	En las especies que son desovantes totales (no sería el caso del bacalao), se presenta una sola moda de ovocitos, y en este caso todos presentarían en su interior gránulos de vitelo. En los desovantes parciales, se presentan ovocitos en todos los estados, pero siendo la moda más avanzada aquella de ovocitos con vitelo y una capa coriónica notable y fácilmente distinguible.
Estado 4. Maduros.	La moda más avanzada se presenta con el citoplasma completamente lleno de vitelo. Se puede diferenciar en este estado aquellos ovocitos que comienzan su hidratación o que se encuentren francamente hidratados. Se incluye también en este estado a aquellos ovarios que aunque no presentaren ovocitos llenos de vitelo si presentan folículos postovulatorios ya que son signo evidente de un desove ocurrido en las últimas 24 horas.

Tabla 40. Número de muestras utilizados mensualmente y por localidad para la caracterización de los estados de madurez microscópica.

Mes	Lebu	Valdivia	Quellón	Total
Oct-01	12	0	24	36
Nov-01	11	11	27	49
Dic-01	16	21	27	64
Ene-02	10	0	26	36
Feb-02	11	20	27	58
Mar-02	20	28	16	64
Abr-02	12	25	16	53
May-02	12	7	18	37
Jun-02	18	20	15	35
Jul-02	13	20	16	49
Ago-02	22	0	18	40
Sep-02	10	0	18	28
Oct-02	33	16	17	66
Total	182	168	265	615

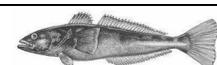


Tabla 41. Frecuencia en porcentaje de los distintos estados de madurez microscópica para el total de muestras analizadas.

Mes	1	2	3	4
Oct-01	41,7	55,6	2,8	0,0
Nov-01	49,0	38,8	12,2	0,0
Dic-01	60,9	34,4	4,7	0,0
Ene-02	38,9	36,1	16,7	8,3
Feb-02	32,8	46,6	13,8	6,9
Mar-02	39,1	37,5	12,5	10,9
Abr-02	35,8	35,8	1,9	26,4
May-02	45,9	43,2	8,1	2,7
Jun-02	40,0	57,1	0,0	2,9
Jul-02	22,4	77,6	0,0	0,0
Ago-02	27,5	72,5	0,0	0,0
Sep-02	17,9	82,1	0,0	0,0
Oct-02	30,3	68,2	1,5	0,0
Total	37,9	51,2	6,0	4,9

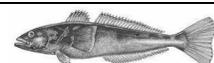


Tabla 42. Índice gonadosomático promedio (IGS) por clase de longitud total de 1 cm en hembras de bacalao de profundidad, en marzo, abril y mayo de 2002, localidad de Quellón.

Longitud Total (cm)	Frecuencia	IGS	Incremento IGS (%)
76	1	0,6	
77	0		
78	0		
79	0		
80	0		
81	0		
82	0		
83	0		
84	1	0,4	
85	1	0,4	2
86	0		
87	4	1,0	
88	0		
89	3	0,4	
90	1	0,4	16
91	2	0,5	16
92	3	0,3	-34
93	2	1,1	231
94	1	0,3	-71
95	6	0,3	-14
96	4	0,3	-2
97	2	0,3	31
98	2	1,1	206
99	2	0,6	-41
100	6	0,7	18
101	2	0,4	-47
102	1	0,5	18
103	2	0,8	67
104	1	5,6	625
105	1	0,2	-97
106	5	0,4	169
107	3	0,2	-51
108	1	1,2	429
109	1	0,1	-89
110	3	0,2	33
111	3	1,4	732
112	2	0,3	-82
113	2	0,3	3
114	3	0,4	47
115	3	2,5	544
116	1	0,5	-82
117	3	1,1	141
118	2	2,4	120

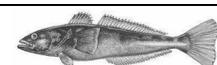


Tabla 42. (Cont.). Índice gonadosomático promedio (IGS) por clase de longitud total de 1 cm en hembras de bacalao de profundidad, en marzo, abril y mayo de 2002, localidad de Quellón.

Longitud Total (cm)	Frecuencia	IGS	Incremento IGS (%)
119	3	0,6	-76
120	2	0,2	-64
121	2	2,4	1048
122	0		
123	2	0,5	
124	6	1,9	259
125	3	1,8	-4
126	2	2,6	39
127	0		
128	2	3,0	
129	1	3,2	6
130	0		
131	0		
132	2	1,1	
133	0		
134	0		
135	1	1,6	
136	1	2,0	28
137	1	1,8	-10
138	1	2,3	29
139	0		
140	0		
141	0		
142	1	2,5	
143	0		
144	1	4,2	
145	1	2,2	-47
146	1	2,8	24
147	1	1,3	-55
148	0		
149	0		
150	1	1,1	
151	1	2,7	151
152	0		
153	0		
154	0		
155	0		
156	0		
157	0		
158	0		
159	0		
160	0		
161	1	3,1	

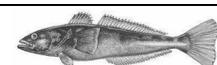


Tabla 43. Índice gonadosomático promedio (IGS) por clase de longitud total de 2 cm en hembras de bacalao de profundidad, en marzo, abril y mayo de 2002, localidad de Quellón.

Longitud Total (cm)	Frecuencia	IGS	Incremento IGS (%)
74	0		
76	1	0,60	
78	0		
80	0		
82	0		
84	1	0,40	
86	1	0,41	2
88	4	1,04	155
90	4	0,38	-63
92	5	0,39	2
94	3	0,82	109
96	10	0,27	-67
98	4	0,70	161
100	8	0,71	1
102	3	0,42	-41
104	3	2,38	473
106	6	0,40	-83
108	4	0,46	13
110	4	0,16	-66
112	5	0,93	497
114	5	0,33	-64
116	4	1,96	488
118	5	1,61	-18
120	5	0,43	-73
122	2	2,37	457
124	8	1,57	-34
126	5	2,14	36
128	2	2,99	40
130	1	3,15	6
132	2	1,14	-64
134	0		
136	2	1,79	
138	2	2,06	15
140	0		
142	1	2,51	
144	1	4,18	67
146	2	2,49	-40
148	1	1,25	-50
150	1	1,09	-13
152	1	2,73	151
154	0		
156	0		
158	0		
160	0		
162	1	3,14	

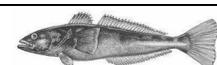


Tabla 44. Índice gonadosomático promedio (IGS) por clase de longitud total de 1 cm en machos de bacalao de profundidad, en abril y mayo de 2002, localidad de Quellón.

Longitud Total (cm)	Frecuencia	IGS	Incremento IGS (%)
85	1	3,36	
86	1	1,48	-56
87	2	2,44	65
88	3	2,77	13
89	0		
90	2	2,45	
91	1	2,09	-15
92	0		
93	2	4,08	
94	5	3,71	-9
95	1	0,47	-87
96	2	5,12	999
97	1	3,75	-27
98	3	3,94	5
99	1	3,24	-18
100	4	2,93	-9
101	0		
102	2	5,18	
103	1	6,78	31
104	0		
105	1	0,62	
106	1	0,68	10
107	1	4,03	492
108	1	3,55	-12
109	0		
110	3	1,12	
111	0		
112	0		
113	1	1,38	
114	0		
115	1	5,45	
116	0		
117	0		
118	0		
119	0		
120	0		
121	1	1,98	
122	0		
123	0		
124	0		
125	0		
126	1	0,97	
127	0		
128	0		
129	0		
130	2	2,33	

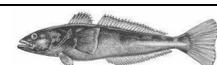


Tabla 45. Índice gonadosomático promedio (IGS) por clase de longitud total de 2 cm en machos de bacalao de profundidad, en abril y mayo de 2002, localidad de Quellón.

Longitud Total (cm)	Frecuencia	IGS	Incremento IGS (%)
86	2	2,42	
88	5	2,64	8
90	2	2,45	-8
92	1	2,09	-17
94	7	3,82	45
96	3	3,57	-7
98	4	3,89	8
100	5	2,99	-30
102	2	5,18	42
104	1	6,78	24
106	2	0,65	-944
108	2	3,79	83
110	3	1,12	-237
112	0		
114	1	1,38	
116	1	5,45	75
118	0		
120	0		
122	1	1,98	
124	0		
126	1	0,97	
128	0		
130	2	2,33	

Tabla 46. Parámetros a y b de la ojiva de madurez, y talla mediana de madurez sexual ($l_{50\%}$) estimadas para hembras de bacalao mediante de ajuste de modelo logístico de madurez linealizado. Localidad Quellón.

	Tipo de datos		
	Macroscópico	Microscópico	Macroscópico corregido
<i>a</i>	8,31	2,68	8,36
<i>b</i>	-0,070	-0,024	-0,070
$l_{50\%}$	118	111	119
<i>n</i>	117	50	117
r^2	0,49	0,51	0,42

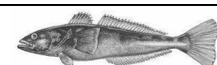


Tabla 47. Parámetros a y b de la ojiva de madurez, y talla mediana de madurez sexual ($l_{50\%}$) estimadas para machos de bacalao mediante de ajuste de modelo logístico de madurez linealizado. Localidad Quellón.

Set de datos Macroscópicos	
<i>a</i>	5,44
<i>b</i>	-0,062
$l_{50\%}$	87
<i>n</i>	88
r^2	0,69

Tabla 48. Parámetros de la función logística de madurez sexual (β_0 y β_1) y talla mediana de madurez ($l_{50\%}$), estimados para hembras de bacalao mediante ajuste por máxima verosimilitud con estimación de intervalos de confianza para $l_{50\%}$ con técnicas de remuestreo.

Información	β_0	Error estándar	β_1	Error estándar	$l_{50\%}$	límite inferior	límite superior	n
Macroscópica ¹	12,150	3,534	-0,104	0,031	116	110	126	117
Microscópica	13,582	3,393	-0,120	0,030	113	107	120	50
Macroscópica ²	12,521	3,594	-0,107	0,032	117	110	126	117

1 = observación macroscópica sin corrección.

2 = observación macroscópica con corrección.

Tabla 49. Parámetros de la función logística de madurez sexual (β_0 y β_1) y talla mediana de madurez ($l_{50\%}$), estimados para machos de bacalao mediante ajuste por máxima verosimilitud con estimación de intervalos de confianza para $l_{50\%}$ con técnicas de remuestreo.

Información	β_0	Error estándar	β_1	Error estándar	$l_{50\%}$	límite inferior	límite superior	n
Macroscópica	9,621	3,128	-0,111	0,034	87	78	94	88

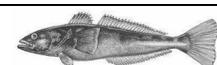


Tabla 50. Estratificación por tamaño (cm) para la identificación de grupos tróficos para cada una de las localidades.

Area	Grupo 1 (cm)	Grupo 2 (cm)	Grupo 3 (cm)
Lebu	57-88	89-119	120-151
Valdivia	57-86	87-114	115-144
Quellón	71-100	101-130	131-161

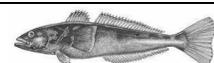


Tabla 51. Composición taxonómica, por área geográfica, de los ítem-presa presentes en los contenidos estomacales de *D. eleginoides*. Los ítemes-presa se expresan en términos de %IIR.

	Quellón	Valdivia	Lebu
Cnidaria			
Sp. 1	0,1	0,0	0,0
Polychaeta			
Sp. 1	0,1	0,0	0,0
Mollusca			
Octopodidae	16,9	1,0	5,8
Crustacea			
Pandalidae	0,0	0,0	0,1
Sp. 2	0,0	0,1	0,1
Chondrichthyes			
Huevos	0,0	0,0	0,1
Restos no determinados	0,0	1,7	0,1
Osteichthyes			
Anguilliformes			
Sp. 1	0,0	0,0	0,1
Salmoniformes			
Alepocephalidae	0,4	0,0	0,0
Stomiatiiformes			
Gonostomatidae	0,1	0,0	0,0
Gadiformes			
Moridae	0,3	0,0	0,0
Gadidae	4,1	1,9	0,0
Macrouridae	0,0	1,1	1,5
No identificados	32,9	36,2	60,7
Ophidiiformes			
Ophidiidae	6,4	17,7	11,3
Perciformes			
Carangidae	0,0	0,9	0,0
Nototheniidae	0,1	0,0	0,3
No identificados	0,0	0,1	0,0
Osteichthyes			
No identificados	38,8	39,2	20,1

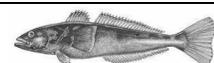


Tabla 52. %IIR de los taxa-presa presentes en los contenidos estomacales de *D. eleginoides*, por grupos y estación, en la zona de Lebu.

	Grupo1 (cm) (57 - 88)	Grupo 2 (cm) (89 - 119)	Grupo 3 (cm) (120 - 151)	Prim. / Verano (n = 32)	Otoño / Invier (n = 39)
Octopodidae	2,2	15,0	4,1	1,6	11,4
Crustacea (Pandalidae)	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
Crustacea (restos)	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
Chondrichthyes (huevos)	0,0	0,0	11,8	0,0	0,3
Chondrichthyes (restos)	0,0	0,0	5,1	0,0	0,2
Anguilliformes	0,0	0,0	4,9	0,0	0,2
Gadiformes no identificados	60,9	56,0	39,0	55,1	63,4
Macrouridae no identificados	1,7	2,7	0,0	3,9	0,4
Ophidiiformes (Ophidiidae)	2,9	14,8	27,7	19,5	3,2
Perciformes (Nototheniidae)	0,0	2,2	0,0	0,0	1,1
Osteichthyes no identificados	0,3	0,0	7,3	1,6	0,0
Osteichthyes (restos)	31,5	9,4	0,0	18,4	19,5

Tabla 53. %IIR de los taxa-presa presentes en los contenidos estomacales de *D. eleginoides*, por grupos y estación, en la zona de Valdivia.

	Grupo1 (cm) (57 - 86)	Grupo 2 (cm) (87 - 114)	Grupo 3 (cm) (115-144)	Prim. / Verano (n = 19)	Otoño / Invier (n = 30)
Octopodidae	0,2	18,0	0,0	0,0	2,7
Crustacea (restos)	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4
Chondrichthyes (restos)	2,1	6,6	0,0	1,2	1,9
Gadiformes no identificados	38,3	5,1	37,3	40,8	28,8
Gadidae	1,5	19,3	0,0	0,0	5,0
Macrouridae	0,0	0,0	15,3	0,0	2,8
Ophidiiformes (Ophidiidae)	16,4	7,1	24,4	37,3	6,6
Perciformes no identificados	0,0	0,0	3,9	0,0	0,4
Carangidae	0,4	0,0	5,3	0,0	2,2
Osteichthyes no identificados	1,6	0,0	0,0	0,8	0,5
Osteichthyes (restos)	39,2	43,9	13,9	19,9	48,7

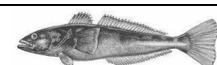


Tabla 54. %IIR de los taxa-presa presentes en los contenidos estomacales de *D. eleginoides*, por grupos y estación, en la zona de Quellón.

	Grupo 1 (cm) (70 - 100)	Grupo 2 (cm) (101 - 130)	Grupo 3 (cm) (131 - 161)	Prim. / Verano (n = 28)	Otoño / Invier (n = 53)
Cnidaria	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
Polychaeta	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
Octopodidae	12,9	19,9	35,9	7,8	20,6
Salmoniformes (Alepocephalidae)	0,0	3,7	0,0	0,0	0,9
Stomiatiformes (Gonostomatidae)	0,2	0,0	0,0	0,6	0,0
Gadiformes no determinados	31,7	24,4	38,8	26,1	31,5
Moridae	0,9	0,0	0,0	2,3	0,0
Gadidae	1,6	10,5	0,0	6,3	1,6
Ophidiidae	11,1	2,1	0,0	22,3	1,2
Perciformes (Nototheniidae)	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0
Osteichthyes no identificados	17,9	1,5	0,0	0,5	18,4
Osteichthyes (restos)	23,4	37,9	25,2	33,5	25,6

Tabla 55. Heterogeneidad (H') y uniformidad (J') trófica por área de estudio.

Localidad	H'	J'
Quellón	0,611	0,587
Valdivia	0,581	0,581
Lebu	0,5	0,48

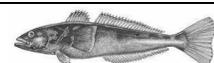


Tabla 56. Taxas parasitarios encontrados en estómagos de *Dissostichus eleginoides*.

TAXA PARASITARIOS	UBICACIÓN
Phylum NEMATODA	
Familia <i>Anisakidae</i>	
Especie 1	Mucosa, submucosa, serosa y mesenterio estomacal
Especie 2	Submucosa, serosa y mesenterio estomacal
Especie 3	Mucosa estomacal
Phylum PLATYHELMINTHES	
Clase CESTODA	
Familia <i>Hepatoxylidae</i>	
Especie 4	Mucosa y submucosa estomacal
Estado larval no identificado	
Especie 5	Mesenterio estomacal
Clase DIGENEA	
Familia <i>Hemiuridae</i>	
Especie 6	Mucosa estomacal
Especie 7	Mucosa estomacal
Especie 8	Mucosa estomacal

Tabla 57. Prevalencia de parásitos recolectados en 212 estómagos de *Dissostichus eleginoides*, provenientes de dos zonas de muestreo (Lebu y Quellón).

Taxa parasitarios	Prevalencia (%)	
	Lebu	Quellón
Especie 1	95,4	100
Especie 2	67,6	71,6
Especie 3	9,35	11,6
Especie 4	37,7	89,1
Especie 5	63,52	60,8
Especie 6	61,42	75,83
Especie 7	61,45	66,45
Especie 8	7,28	14,9

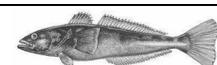


Tabla 58. Intensidad de parasitismo en 212 estómagos de *Dissostichus eleginoides*, provenientes de dos zonas de muestreo (Lebu y Quellón).

Taxa parasitarios	Intensidad (N° promedio por estómago)	
	Lebu	Quellón
Especie 1	22,82	33.2
Especie 2	18,65	17.52
Especie 3	2,77	4.5
Especie 4	2,87	3.07
Especie 5	2,35	3.27
Especie 6	15,65	26.02
Especie 7	15,27	20.42
Especie 8	4,02	5.97

Tabla 59. Prevalencia de parásitos recolectados en 92 estómagos de *D. eleginoides*, provenientes de la localidad de Lebu.

Taxa parasitarios	Prevalencia (%)			
	Primavera (n: 24)	Verano (n: 24)	Otoño (n: 24)	Invierno (n: 24)
Especie 1	100	95,8	95,8	100
Especie 2	70,8	75	58,3	66,6
Especie 3	8,33	4,16	16,6	8,33
Especie 4	50	62,5	37,5	45,8
Especie 5	70,8	75	58,3	50
Especie 6	62,5	66,6	58,3	58,3
Especie 7	54,2	70,8	62,5	58,3
Especie 8	4,16	12,5	4,16	8,33



Tabla 60. Intensidad de parasitismo en 92 estómagos de *D. eleginoides*, provenientes de la localidad de Lebu.

Taxa parasitarios	Intensidad (N° promedio por estómago)			
	Primavera (n: 24)	Verano (n: 24)	Otoño (n: 24)	Invierno (n: 24)
Especie 1	21,0	21,8	26,3	22,2
Especie 2	18,3	19,4	18,7	18,2
Especie 3	3,1	2,6	2,5	2,9
Especie 4	2,8	3,2	3,1	2,4
Especie 5	2,5	2,6	2,0	2,3
Especie 6	16,1	16,3	14,3	15,9
Especie 7	15,3	15,3	15,1	15,4
Especie 8	4,2	5,3	3,4	3,2

Tabla 61. Prevalencia de parásitos recolectados en 120 estómagos de *D. eleginoides*, provenientes de la localidad de Quellón.

Taxa parasitarios	Prevalencia (%)			
	Primavera (n: 30)	Verano (n: 30)	Otoño (n: 30)	Invierno (n: 30)
Especie 1	100	100	100	100
Especie 2	76,6	70	73,33	66,66
Especie 3	3,33	20	20	16,66
Especie 4	93,33	86,66	90	86,66
Especie 5	66,6	73,33	46,66	56,66
Especie 6	60	86,66	76,66	80
Especie 7	73,33	63,33	73,33	53,33
Especie 8	16,66	20	10	13,33

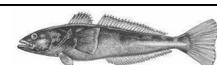


Tabla 62. Intensidad de parasitismo en 120 estómagos de *D. eleginoides*, provenientes de la localidad de Quellón.

Taxa parasitarios	Intensidad (N° promedio por estómago)			
	Primavera (n: 30)	Verano (n: 30)	Otoño (n: 30)	Invierno (n: 30)
Especie 1	32,8	37,0	32,0	31,3
Especie 2	18,6	16,2	18,4	16,9
Especie 3	5,2	4,2	4,3	4,3
Especie 4	2,8	3,8	3,0	2,7
Especie 5	3,4	3,2	3,3	3,2
Especie 6	21,3	26,5	28,2	28,1
Especie 7	19,5	21,2	20,7	20,3
Especie 8	6,0	7,2	5,6	5,1

Tabla 63. Parámetros de crecimiento en longitud para ambos sexos comunicados para bacalao de profundidad.

Océano	Area	L_{∞} (cm)	K (año ⁻¹)	t_0 (año)	Autor
Pacífico	Chile centro-sur	178	0,109	0,000	Pavez <i>et al.</i> (1983)
		218	0,048	-0,664	Rubilar <i>et al.</i> (1998)
	Chile sur-austral	211	0,064	-0,432	Aguayo y Cid (1990)
		171	0,087	0,160	Young (1992)
		204	0,056	-0,545	y Frolkana (1976)
		175	0,071	0,005	<i>et al.</i> (1990)
		207	0,075	-0,290	(1996)

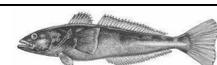


Tabla 64. Valor promedio, error estándar y correlación de los parámetros de crecimiento en longitud disponibles para ambos sexos de bacalao de profundidad.

	Promedio	Std. Error	Correlación
$\ln(L_{\infty})$	5,264	0,0347	1
K	0,074	0,0062	-0,755
t_0	-0,249	0,0988	-0,951

Tabla 65. Resumen estadístico de 3000 valores alternativos e igualmente probables de mortalidad natural estimada con a) sólo error en los parámetros de entrada, y b) considerando el error en los parámetros de entrada y error de predicción simultáneamente.

	Modelos Empíricos			
	Pauly	R&Evanof	Hoening	Alv&Carney
a) Sólo error en los parámetros de entrada:				
Promedio	0,10	0,15	0,11	0,14
DS	0,02	0,03	0,01	0,01
CV (%)	15,72	22,29	6,09	6,40
Mediana	0,10	0,15	0,11	0,14
Linf 95%	0,07	0,10	0,10	0,12
Lmax 95%	0,12	0,21	0,12	0,15
b) Con error en los parámetros de entrada y error de predicción:				
Promedio	0,11	0,16	0,12	0,16
DS	0,05	0,07	0,05	0,10
CV (%)	49,29	44,01	40,13	62,15
Mediana	0,10	0,15	0,11	0,14
Linf95%	0,05	0,05	0,06	0,04
Lmax95%	0,25	0,31	0,24	0,40

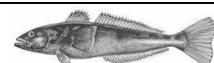


Tabla 66. Estimación de la mortalidad natural de bacalao de profundidad con el método de Chen & Watanabe.

L^∞	177,8	218,2	210,8	212,6	204,3	207,0	
K	0,109	0,048	0,064	0,066	0,056	0,075	
t_0	0,000	-0,664	-0,432	-0,477	-0,545	-0,290	
t_M	94,5	71,5	55,7	52,2	61,6	51,1	
a_0	1,000	0,969	0,973	0,969	0,970	0,979	
a_1	$3,58 \times 10^{-6}$	$1,51 \times 10^{-3}$	$1,75 \times 10^{-3}$	$2,05 \times 10^{-3}$	$1,70 \times 10^{-3}$	$1,60 \times 10^{-3}$	
a_2	$-1,96 \times 10^{-7}$	$-3,61 \times 10^{-5}$	$-5,61 \times 10^{-5}$	$-6,75 \times 10^{-5}$	$-4,79 \times 10^{-5}$	$-6,00 \times 10^{-5}$	
Clases de Edad	M	M	M	M	M	M	M promedio
0.5	2.05	0.88	1.11	1.06	0.99	1.30	1.23
1.5	0.72	0.49	0.55	0.54	0.52	0.60	0.57
2.5	0.46	0.34	0.37	0.37	0.36	0.40	0.38
3.5	0.34	0.26	0.29	0.29	0.28	0.30	0.29
4.5	0.28	0.22	0.24	0.24	0.23	0.25	0.24
5.5	0.24	0.19	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21
6.5	0.21	0.16	0.18	0.18	0.17	0.19	0.18
7.5	0.20	0.15	0.16	0.16	0.15	0.17	0.16
8.5	0.18	0.13	0.15	0.15	0.14	0.16	0.15
9.5	0.17	0.12	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14
10.5	0.16	0.12	0.13	0.13	0.12	0.14	0.13
11.5	0.15	0.11	0.12	0.12	0.11	0.13	0.12
12.5	0.15	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12
13.5	0.14	0.10	0.11	0.11	0.10	0.12	0.11
14.5	0.14	0.09	0.10	0.11	0.10	0.11	0.11
15.5	0.13	0.09	0.10	0.10	0.09	0.11	0.10
16.5	0.13	0.09	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10
17.5	0.13	0.08	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10
18.5	0.13	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10
19.5	0.12	0.08	0.09	0.09	0.08	0.10	0.09
20.5	0.12	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09
21.5	0.12	0.07	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09
22.5	0.12	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09
23.5	0.12	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09
24.5	0.12	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.09
25.5	0.12	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
26.5	0.12	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
27.5	0.11	0.06	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
28.5	0.11	0.06	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08
29.5	0.11	0.06	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08
30.5	0.11	0.06	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08
31.5	0.11	0.06	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08
32.5	0.11	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
33.5	0.11	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
34.5	0.11	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
35.5	0.11	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08	0.08
36.5	0.11	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08	0.08
37.5	0.11	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08	0.08
38.5	0.11	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08	0.08
39.5	0.11	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08	0.07
40.5	0.11	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08	0.07

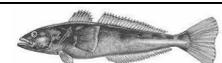


Tabla 67. Identificación y nombres comunes de las principales especies de la fauna acompañante capturada en la pesquería de bacalao de profundidad.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN
CONDRICTHYES	
Squalidae	
<i>Aculeola nigra</i>	Gata negra
<i>Centroscyllium granulatum</i>	Gata negra
<i>Etmopterus granulosus</i>	Gata negra
Scyliorhinidae	
<i>Halaehurus canescens</i>	Gata parda
Rajidae	
<i>Dipturus trachydermus</i>	Raya
<i>Dipturus chilensis</i>	Raya
OSTEICTHYES	
Macrouridae	
<i>Macrourus carinatus</i>	Ojudo
<i>Macrourus holotrachys</i>	Ojudo
Moridae	
<i>Antimora rostrata</i>	Vieja negra
Merlucciidae	
<i>Merluccius australis</i>	Merluza del sur
Bramidae	
<i>Brama australis</i>	Reineta
Congridae	
<i>Pseudoxenomystax albescens</i>	Luciato
CEFALOPODOS	Pulpo
CRUSTACEOS	
Lithididae	
<i>Lithodes antarcticus</i>	Centolla

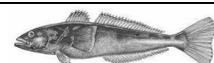
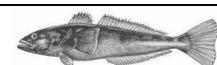


Tabla 68. Porcentaje en número y en peso de la fauna asociada a la pesquería de bacalao de profundidad.

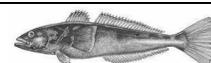
Especie	Captura en número	% número	Captura en peso (kg)	% peso
Bacalao de profundidad	1.306	37	3.831	64
Macrúridos	1.185	34	1.094	18
Mórido	639	18	382	6
Tiburones	265	8	475	8
Rayas	48	1,4	163	3
Merluza del sur	30	0,9	3,4	0,1
Reineta	26	0,7	----	----
Luciano	7	0,2	21,6	0,4
Pulpo	13	0,4	----	----
Centolla	9	0,3	----	----
TOTAL	3.528		5.968	

Tabla 69. Porcentaje en número de la fauna incidental registrada en las faenas de pesca evaluadas con desembarque en Quellón.

Especie	Captura en número	% número	Captura en peso (kg)
Bacalao	3.142	52,9	21.769
Macrúridos	1.983	33,4	
Moridos	797	13,4	
Rayas	14	0,2	
Centollas	3	0,1	
TOTAL	5.939		21.769



11. TRABAJOS PRESENTADOS A CONGRESOS



ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DE TALLAS DEL DESEMBARQUE DE
BACALAO DE PROFUNDIDAD (*DISSOSTICHUS ELEGINOIDES* SMITT 1898)
EN LOS PUERTOS DE LEBU, VALDIVIA Y QUELLÓN.

Leal, E.^{1,2}, C.Oyarzún¹ & S.Gacitúa^{1,2}

¹ Depto. Oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción Chile. Casilla 160-C.

² Programa Magister en Pesquerías. eleal@udec.cl.

La zona de estudio abarcó desde los 36°00' a los 48°49' de latitud sur donde se realizó un muestreo desde octubre de 2001 a octubre de 2002, obteniéndose un total de 5.416 ejemplares. El rango de tamaños de los peces fluctuó entre 49 y 198 cm de longitud total (LT).

La moda principal de captura en Lebu y Valdivia, se encuentra entre 70-75 cm de LT y 80-85 cm de LT en Quellón. El análisis mensual de las longitudes, muestra en Lebu y Valdivia una distribución unimodal alrededor de la clase principal, en cambio para Quellón se aprecian dos modas durante algunos meses (febrero a mayo). La relación longitud-peso es semejante en las tres localidades, presentando un mejor ajuste al modelo de tipo potencial de la forma $W = 0.006xL^{3.0988}$ ($R^2 = 0.9228$)

De acuerdo a los resultados, se estaría produciendo una situación de sobrepesca en este recurso, ya que la distribución de frecuencia de tallas presenta una marcada asimetría negativa desplazada sobre los individuos de menor tamaño. Además, la talla media de madurez (113 cm de LT en hembras) no estaría siendo protegida con el régimen operacional de flota pesquera artesanal. Se propone aplicar algún tipo de medida de manejo con el fin de cautelar la sustentabilidad esta pesquería.

Proyecto FIP 2001-16, 2001-17.

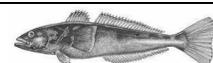
BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL BACALAO DE PROFUNDIDAD, *DISSOSTICHUS ELEGINOIDES*
(NOTOTHEIIDAE), FRENTE A LAS COSTAS DE CHILE CENTRO-SUR.

Chong, R., S.Gacitúa, G.Aedo & C.Oyarzún

Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile. rchong@udec.cl

La biología reproductiva del bacalao de profundidad es descrita a partir de muestreos mensuales realizados entre octubre de 2001 y octubre de 2002 a bordo de embarcaciones artesanales palangreras que desembarcan en los puertos de Lebu, Valdivia y Quellón. La distribución de frecuencia de los estados de madurez macro y microscópico por sexo, mes y localidad de muestreo indican la presencia de machos y hembras inmaduros durante gran parte del año en todas las localidades, y un aumento significativo de individuos maduros desde marzo a mayo en el área de pesca de Quellón. La variación mensual del Índice Gonadosomático señala que sólo existió actividad reproductiva en los ejemplares capturados en el área de pesca de Quellón entre abril y mayo, y no en los ejemplares capturados en las áreas de pesca de Lebu y Valdivia. Durante el período de máxima actividad reproductiva no se observó ovarios de hembras en estado de hidratación o con folículos post-ovulatorios. La talla de primera madurez sexual ($L_{50\%}$) estimada para machos utilizando información de madurez macroscópica fue 87 cm LT (intervalo de confianza: 78 – 94 cm), mientras que para hembras $L_{50\%}$ estimada con información de madurez microscópica fue 113 cm LT (intervalo de confianza: 107 – 120 cm). Lo encontrado permite rechazar la hipótesis de que el bacalao no desova frente a las costas de Chile. Se discute sobre la estrategia reproductiva de *D. eleginoides* y el efecto de la pesca sobre el potencial reproductivo de la especie.

Proyecto FIP 2001-16.



CRECIMIENTO Y CLAVES TALLA EDAD DEL BACALAO DE PROFUNDIDAD, *DISSOSTICHUS ELEGINOIDES*, SMITT 1898, DESEMBARCADO ENTRE LA VIII Y XI REGIONES.

Araya, M.¹, C.Oyarzún², S.Gacitúa² & P.Slanzi¹

¹ Depto. Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Casilla 121, Iquique, Chile. maraya@unap.cl

² Depto. Oceanografía, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

El bacalao de profundidad presenta una amplia distribución, por lo que se han realizado varios estudios de edad y crecimiento en distintas localidades, la gran mayoría utilizando las escamas y en menor grado los otolitos. En el presente estudio se estima la edad mediante los otolitos, con el fin de construir la curva de crecimiento en longitud y la estructura de edad del desembarque entre la VIII y XI regiones. En la descripción del crecimiento se ajustó el modelo de von Bertalanffy. Las claves talla-edad se elaboraron por sexos, puerto y trimestral. Para el ajuste se emplearon 461 pares de datos longitud-edad actual para machos y 809 para hembras. No se encontraron diferencias significativas en los parámetros estimados. Los valores de los parámetros del modelo de von Bertalanffy considerando ambos sexos fueron $L_{\infty}=176,24$ cm, $K=0,057/\text{año}$ y $t_0=-1,647$ año.

En Lebu el rango de grupos de edad va desde el V al XXVII, en las hembras la moda se presente en el grupo de edad IX mientras que en los machos en el VIII. En Valdivia la estructura de edad en machos se encuentra entre el grupo V y XX (moda en VII), el rango de las hembras va entre V y XXIII (moda en VIII). En Quellón los machos se encuentran entre los grupos de edad VII y XXII, (moda principal en el grupo de edad IX). Las hembras se encuentran representadas en un rango mucho más amplio que los machos, entre el VI y XXXI+ con una moda en el grupo de edad IX. Los parámetros estimados no difieren de lo informado en otras áreas.

Proyecto FIP 2001-17

PESO DEL OTOLITO PARA ESTIMAR LA EDAD EN EL BACALAO DE PROFUNDIDAD, *DISSOSTICHUS ELEGINOIDES* SMITT 1898.

Araya, M.¹, C.Oyarzún², S.Gacitúa² & P.Slanzi¹

¹ Depto. Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Casilla 121, Iquique, Chile. maraya@unap.cl

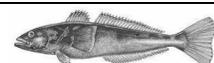
² Depto. Oceanografía, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

Diversos autores sugieren usar el peso del otolito como método para obtener una estimación rápida, objetiva y económica de la edad de los peces. El objetivo del estudio es desarrollar un modelo multivariado para estimar la edad de bacalao de profundidad a partir de variables morfométricas del cuerpo y del otolito. Se estimó la edad mediante la lectura de los anillos presentes en los otolitos y se registraron las variables: peso, grosor, ancho y longitud del otolito; longitud total y peso del pez. Se consideró como hipótesis que el peso del otolito es un buen predictor de la edad y que la relación entre ambas variables es lineal. De acuerdo con esta hipótesis, la relación entre ambas variables debería describir una función del tipo von Bertalanffy. Por lo que se ajustó dicho modelo, bajo el supuesto que el peso del otolito se relaciona directamente con la edad.

El modelo que mejor se ajusta es una línea recta, $WO = 0,038 + 0,0136t$, y el ajuste al forzar el intercepto igual a cero es $WO = 0,0166t$. El resultado de la regresión múltiple entre la edad y las distintas variables, muestra que el mejor modelo es el que considera la longitud otolito, longitud pez, logaritmo natural del peso otolito y logaritmo natural del peso total pez, cuyos coeficientes son significativos. El modelo ajustado explica un 65% de la variabilidad en la edad:

$$Edad = 66,238 - 0,834 * LO + 0,105 * LT + 12,515 * \ln(WO) - 3,573 * \ln(PT)$$

Proyecto FIP 2001-17



FAUNA ASOCIADA A LA PESQUERÍA ARTESANAL DEL BACALAO DE PROFUNDIDAD
(*DISSOSTICHUS ELEGINOIDES*, SMITT 1998) EN LA ZONA CENTRO-SUR DE CHILE.

Pedraza, M., C. Oyarzún & S.Gacitúa

Magíster en Ciencias con Mención en Pesquerías, Departamento de Oceanografía,
Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile. mipedraz@udec.cl

Se entrega información sobre la fauna acompañante capturada durante las faenas de pesca del bacalao de profundidad realizadas por lanchas pesqueras pertenecientes al sector artesanal de la VIII región con puerto base en Lebu. La toma de la data se realizó en el marco del Proyecto FIP N° 2001-16, entre septiembre de 2001 y octubre de 2002. La zona operacional de estas lanchas comprende entre la VIII y X regiones, se obtuvo registros desde los 36°00' en la desembocadura del estero Tregualemu hasta los 39°52' al sur de isla Mocha. Se analizó un total de 125 lances, en los cuales los individuos capturados fueron contados, pesados, medidos e identificados. Se registró la presencia de 8 especies de teleosteos (incluyendo la objetivo), las cuales representan un 90,3% de la captura total en número; 6 especies de condrictios con 9% (2 rayas y 4 tiburones), 1 especie de crustáceo (0,3%) y 1 especie de moluscos (cefalópodo) (0,4%). El porcentaje en número de las especies registradas muestran un valor significativo de macrouridos (34%) con respecto al bacalao de profundidad (37%), siendo pejerata (*Macrourus carinatus*), la especie más abundante de las capturas incidentales (81%). Igualmente, se destaca la presencia de *Antimora rostrata* con un 18%. Los condrictios presentan un aporte significativo en el porcentaje en peso (11%) con respecto a la especie objetivo (64%).

APLICACIÓN DE RADIOISÓTOPOS NATURALES EN LA DETERMINACIÓN DE LA EDAD DE
DISSOSTICHUS ELEGINOIDES ("BACALAO DE PROFUNDIDAD").

Salamanca, M., C.Oyarzún, M.Pedraza & S.Gacitúa.

Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas,
Universidad de Concepción, Casilla 160-C. msalaman@udec.cl

El método más común para determinar la edad de peces es examinar los anillos de crecimiento de otolitos, escamas y huesos, asumiendo que existe una relación entre los anillos de crecimiento y la edad. Para validar esta relación se requiere una medición de las edades por otro método independiente. Los radioisótopos pueden coprecipitar junto con los cristales de carbonato de calcio en los otolitos, generando un desequilibrio radioactivo que permite usar las razones isotópicas como cronómetro.

En este estudio se presenta la estimación de la edad radiométrica en *Dissostichus eleginoides* ("bacalao de profundidad"), utilizando la razón $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ en otolitos entre longitudes menores a 60 cm y mayores a 130 cm. El ^{210}Pb se midió por Espectroscopía Alpha de su hija ^{210}Po en el Laboratorio de Oceanografía Departamento Oceanografía, Universidad de Concepción y el ^{226}Ra por Espectroscopía Gaseosa Alpha, (emanación de ^{222}Rn), en el Laboratorio de Radioquímica del MSRC, SUNY en Stony Brook, USA.

Las edades radiométricas derivadas de la razón $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ presente en los otolitos varían entre los 6 y 8 años para peces con longitud total <60 cm y 35 y 44 años para 120 y 130 cm de longitud total. Las edades radiométricas obtenidas en este estudio son mayores que las entregadas por el método de conteo de los anillos de crecimiento en los otolitos, no obstante, ambas metodologías muestran valores comparables dentro del incertidumbre de las mediciones radiométricas.

Proyecto FIP 2001-17.

