

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



INFORME FINAL

**PROYECTO DEL FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA
Nº 2005-36**

**“ESTUDIO BIOLÓGICO-PESQUERO DE BACALADILLO
(*Normanichthys crockeri*) y MACHUELO (*Ethmidium maculatum*) EN
LA ZONA CENTRO-SUR DE CHILE”**

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

CONCEPCION, Noviembre de 2007

INFORME FINAL

**“ESTUDIO BIOLÓGICO-PESQUERO DE
BACALADILLO (*Normanichthys crockeri*) y
MACHUELO (*Ethmidium maculatum*) EN LA ZONA
CENTRO-SUR DE CHILE”.**

FIP 2005-36

**DEPARTAMENTO DE OCEANOGRFÍA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**

CONCEPCION, Noviembre de 2007

JEFE DE PROYECTO

GUSTAVO AEDO URRUTIA

AUTORES

**GUSTAVO AEDO
RODRIGO VEAS
LUIS CUBILLOS
LEONARDO CASTRO
MAURICIO LANDAETA
MIGUEL ARAYA
RICARDO GALLEGUILLOS
MILTON PEDRAZA**

COLABORADORES

**SOFÍA ASTETE
SANDRA FERRADA
JESSICA PEÑAILILLO**

CONCEPCION, Noviembre de 2007

EQUIPO TÉCNICO Y FUNCIÓN

NOMBRE	TITULO	ACTIVIDAD DESARROLLADA
GUSTAVO AEDO U.	Biólogo Marino Magister en Pesquerías	Jefe de Proyecto Análisis reproductivo mote y tritre
RODRIGO VEAS F.	Biólogo Marino Magister en Oceanografía	Análisis de estructuras de tamaño y proporción sexual
LUIS CUBILLOS S.	Biólogo Pesquero Magister en Oceanografía	Caracterización de la flota pesquera. Análisis de la captura, esfuerzo y rendimientos de pesca
LEONARDO CASTRO C.	Biólogo Marino PhD Oceanography	Caracterización espacio temporal de huevos y larvas
MAURICIO LANDAETA D.	Biólogo Marino Dr. Oceanografía	Análisis de ictioplancton
MIGUEL ARAYA C.	Biólogo Pesquero Magister en Pesquerías	Determinación de la edad y parámetros de crecimiento
RICARDO GALLEGUILLOS G.	Profesor Biología PhD Biology	Análisis Genético
MILTON PEDRAZA G.	Biólogo Marino Magister en Pesquerías	Análisis bibliográfico. Análisis alimentación.
SOFÍA ASTETE F.	Biólogo Marino	Procesamiento de muestras genéticas
SANDRA FERRRADA F.	Biólogo Marino Magister en Pesquerías	Procesamiento de muestras genéticas
JESSICA PEÑAILILLO P.	Biólogo Pesquero	Lectura y análisis de crecimiento
LORENA ROSAS V.	Biólogo Marino	Revisión contenido estomacal mote
MILCO CARACCILO S.	Técnico muestreo	Muestreo Pto. San Antonio
CHRISTIAN VALERO V.	Biólogo Marino	Muestreo Pto. Talcahuano
GERMÁN VÁSQUEZ	Técnico muestreo	Muestreo Pto. Coronel
ULISES MELLA O.	Técnico muestreo	Muestreo Pto. Valdivia
HERALDO ÁLVAREZ P.	Biólogo Marino	Revisión contenido estomacal tritre
SAMUEL SOTO M.	Biólogo Pesquero (C) Magister Pesquerías	Muestreo ictioplancton

RESUMEN EJECUTIVO

En este informe final se entregan los resultados recopilados durante la ejecución del proyecto FIP 2005-36 “Estudio biológico-pesquero de bacaladillo y machuelo en la zona centro-sur”, desarrollado por el Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción.

Los antecedentes biológicos existentes sobre bacaladillo y tritre son escasos y básicos, dando cuenta de la clasificación sistemática y distribución espacial, señalando su presencia a lo largo de gran parte de la zona costera entre la I y X regiones, asociado a aguas someras preferentemente al interior de golfos y bahías. Los demás antecedentes poblacionales son desconocidos razón por la cual los resultados que se desprendan del presente estudio serán de gran utilidad para caracterizar a ambas especies, así como también para evaluar su real relevancia en en la pesquería de cerco artesanal que se desarrollo en Chile centro-sur.

La flota pesquera que registra desembarque de bacaladillo y machuelo en la zona de Chile centro-sur (de acuerdo a la estadística oficial), es la misma que opera sobre sardina común y anchoveta, y está conformada por embarcaciones artesanales que utilizan red de cerco, concentradas principalmente en los puertos de Talcahuano, San Vicente, Coronel y Lota. En esta flota se puede distinguir 2 fracciones: embarcaciones bajo los 12 m de eslora y embarcaciones sobre los 12 m de eslora. A partir de la información proporcionada se puede indicar que la unidad de esfuerzo más adecuada para analizar el rendimiento de pesca es el viaje con pesca.

La fracción poblacional de bacaladillo vulnerable al cerco está compuesta por individuos entre 5,0 y 11,5 cm de longitud total (LT). El espectro de tamaños es similar entre machos y hembras, aún cuando se sugiere que las hembras serían más importantes hacia las tallas mayores. En el caso de machuelo, el espectro de tamaño es más amplio cubriendo desde los 10,5 a 45,0 cm LT. Aún cuando la información recopilada durante los primeros 7 meses es escasa, el espectro de tamaños de la

fracción poblacional de machuelo vulnerable a redes de cerco sería menor al que puede ser capturado mediante red de enmalle. Para ambas especies el ajuste de un modelo potencial a la relación longitud-peso indicaría que el crecimiento es isométrico.

La estructura de edad del bacaladillo y machuelo, obtenido preliminarmente de la clave talla-edad, se compone de 5 y 8 grupos respectivamente. En el bacaladillo aporta con mayor número el grupo de edad I y en segundo lugar el grupo de edad II. En el machuelo los grupos mayoritariamente presentes son los grupos de edad II y IV.

Los parámetros estimados del modelo de crecimiento de von Bertalanffy son para el bacaladillo $L_{\infty}=12,94$ cm, $K=0,347$ año⁻¹ y $t_0=0,929$ años. Para el machuelo son $L_{\infty}=43,09$ cm, $K=0,187$ año⁻¹ y $t_0=0,615$ año.

La condición reproductiva fue mejor cubierta para bacaladillo que para machuelo. Para la primera especie el análisis de los indicadores reproductivos (Índice Gonadosomático, IGS y escalas de madurez sexual macroscópicas) sugieren la existencia de 2 periodos principales en el año, donde el bacaladillo destinaría energía a reproducción: uno entre Septiembre y Noviembre, y otro secundario en Abril. En el caso del machuelo, la información reproductiva es insuficiente para establecer periodos reproductivos, sin embargo, es probable que también exista más de uno.

Respecto a la identificación de las zonas y periodos de desove, se entrega los resultados correspondientes a dos de las 3 actividades comprometidas mediante el uso del ictioplancton en la zona centro-sur de Chile. En particular, se documentan las potenciales zonas actuales (2005) de desove y crianza de larvas tempranas, y las zonas identificadas en cruceros de los últimos 10 años en distintos periodos del año. Para estos análisis se utilizó información de 5 cruceros realizados entre los 32° y 41°S en invierno (Agosto-Septiembre), primavera (Octubre- Noviembre) y fines de verano-otoño (Marzo).

Nuestros resultados señalan que los huevos de *N. crockeri* tienden a presentarse en mayores abundancias en una estrecha franja costera en la zona central de Chile (32°-37°S), siendo sus densidades mayores en zonas protegidas como bahías y golfos. En el sector más al sur (37°-41°S), sus mayores abundancias se presentarían sobre la plataforma continental, más alejadas de la costa que en la zona central. Estos patrones en las zonas central y sur son recurrentes en todos los años analizados. Las zonas de mayor abundancia de huevos de *E. maculatum* son también costeras, sin embargo, se presentan de mucho menor extensión, de ubicación variable en la zona central (33°-37°S), y relativamente más constantes en la zona sur (> 37°S). Los huevos y larvas de ambas especies se ubican dentro de los primeros 50 m de profundidad, observándose una leve ampliación del rango vertical en larvas de *N. crockeri*.

Los muestreos cuyas muestras de ictoplancton analizadas fueron realizados en el marco de proyectos en que participó el Laboratorio de Oceanografía Pesquera y Ecología Larval (LOPEL), como encargado de los análisis de ictioplancton, e incluyeron estaciones ubicadas cercanas a la costa (< 5 mn: proyectos FIP 2005-02, FONDECYT 1030819) y una estación ubicada a 18 mn de la costa (proyectos FIP 2004-20 y FIP 2005-01, bajo la dirección del Centro FONDAP-COPAS). Adicionalmente, se usa como referencias data de ictioplancton ya reportada en el informe de avances anterior correspondientes a cruceros de los proyectos FIP 96-11, FIP 2004-03, FIP 2005-03, FONDECYT 1010900, FONDECYT 1030819), en todos los cuales LOPEL también fue responsable de los análisis de ictioplancton.

Nuestros resultados señalan diferencias en las abundancias y frecuencia de huevos y larvas entre ambas especies, siendo las de *N. crockeri* más abundantes y frecuentes durante todo el periodo de muestreo (Julio 2004 – Junio 2006). La data de ictioplancton analizada muestra que ambas especies tenderían a presentar dos máximos reproductivos durante el año: uno a fines de invierno-comienzos de primavera y otro en verano-comienzo de otoño. La data de *N. crockeri* sugiere, además, que su reproducción ocurriría durante todo el año. Estos patrones

estacionales de desove concordarían con los observados para otras especies de peces pelágicos pequeños como anchoveta y sardina común en la zona centro-sur del país.

INDICE GENERAL

EQUIPO TÉCNICO Y FUNCIÓN	
RESUMEN EJECUTIVO	
1.-OBJETIVO GENERAL	1
2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
3.-ANTECEDENTES	3
4.-METODOLOGÍA DE TRABAJO	5
4.1. Objetivo Específico 1 Recopilar los antecedentes bibliográficos relacionados con ambos recursos y con la investigación asociada a nivel nacional e internacional.	9
4.2. Objetivo Específico 2 Caracterizar la flota pesquera dedicada a la captura de ambos recursos, en la zona de estudio.	
4.2.1. Definición y clasificación de las embarcaciones y artes de pesca	11
4.2.2. Caracterización de la flota pesquera	11
4.2.3. Régimen operacional y estacionalidad de las capturas	12
4.3. Objetivo Específico 3 Estimar la captura, esfuerzo pesquero estandarizado y rendimientos de pesca, por especie, para las principales zonas o áreas de extracción, y su variación temporal.	
4.3.1. Fuentes de información	13
4.3.2. Esfuerzo de pesca	13
4.4. Objetivo Específico 4 Determinar la composición de tallas, peso y edad, según sexo, por especie, de los desembarques.	
4.4.1. Composición de tamaños en el desembarque	18
4.4.2. Relación longitud-peso	19
4.5. Objetivo Específico 5 Determinar la estructura de edad de la captura y sus principales parámetros de crecimiento de las especies en el área de estudio.	
4.5.1. Muestreos Biológicos Mensuales	20
4.5.2. Determinación de la Edad	20
4.6. Objetivo Específico 6 Determinar los principales parámetros reproductivos de ambas especies estudiadas.	
4.6.1. Diseño de muestreo y tamaño de muestra	27
4.6.2. Proporción sexual	28
4.6.3. Indicadores reproductivos	29
4.6.4. Zonas y periodos de desove	30

4.7. Objetivo Específico 7 Determinar la proporción de presas en el contenido estomacal de las especies en el área de estudio.	
4.7.1. Análisis en laboratorio	33
4.7.2. Análisis de datos	33
4.8. Objetivo Específico 8 Determinar y cuantificar la fauna acompañante asociada a las pesquerías, según procedencia en la zona de estudio.	
4.8.1. Consideraciones	36
4.8.2. Análisis de la información	37
4.9. Sobreoferta 1 Caracterización genética de las especies en estudio	
4.9.1. Zona de estudio y muestreo biológico	39
4.9.2. Extracción de ADN	39
4.9.3. Calidad y cuantificación de ADN	40
4.9.4. Generalidades de las reacciones PCR	41
4.9.5. Amplificación región control del ADN mitocondrial	41
4.9.6. Amplificación de Citocromo Oxidada I del ADN mitocondrial	42
4.9.7. Amplificación gen nuclear ITS (Internal Transcribed Spacer)	43
5.-RESULTADOS	
5.1. Objetivo Específico 1	
5.1.1. Bacaladillo o mote (<i>Normanichthys crockeri</i>)	44
5.1.2. Machuelo o tritre (<i>Ethmidium maculatum</i>)	47
5.2. Objetivo Específico 2	
5.2.1. Caracterización de la flota	50
5.2.2. Características generales y geométricas	51
5.2.3. Características funcionales	51
5.2.4. Características operacionales	52
5.2.5. Relaciones entre variables	52
5.2.6. Estratificación de las flotas artesanales	53
5.2.7. Régimen de operación	53
5.2.8. Tamaño de la flota y operación	54
5.3. Objetivo Específico 3	
5.3.1. Fuentes de información	55
5.3.2. Esfuerzo y rendimiento de pesca	57
5.4. Objetivo Específico 4	
5.4.1. Estructura de tamaños	61
5.4.1. Estructura de edades	64
5.4.2. Relación longitud-peso	68
5.5. Objetivo Específico 5	
5.5.1. Bacaladillo o mote (<i>Normanichthys crockeri</i>)	70
5.5.2. Machuelo o tritre (<i>Ethmidium maculatum</i>)	71
5.6. Objetivo Específico 6	
5.6.1. Proporción sexual	72
5.6.2. Indicadores reproductivos macroscópicos	74
5.6.3. Indicadores reproductivos microscópicos	77
5.6.4. Escalas de madurez sexual macroscópicas específicas	78

5.6.5. Zonas y periodos de desove	79
5.7. Objetivo Específico 7	
5.7.1. Descripción general del muestreo de bacaladillo y machuelo	84
5.7.2. Análisis del contenido estomacal de machuelo	85
5.7.3. Análisis del contenido estomacal de bacaladillo	87
5.8. Objetivo Específico 8	
5.8.1. Tamaño muestral efectivo	89
5.8.2. Frecuencia de ocurrencia	90
5.8.3. Porcentaje en peso	92
5.9. Sobreoferta 1	
5.9.1. Extracción, calidad y cuantificación de ADN	94
5.9.2. PCR región control del ADN mitocondrial	94
5.9.3. Amplificación de Citocromo Oxidasa I del ADN mitocondrial	95
5.9.4. Amplificación gen nuclear ITS	95
6.-ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
6.1. Análisis bibliográfico	96
6.2. Flota pesquera	96
6.3. Tallas, edad y relación longitud-peso	97
6.4. Edad	99
6.5. Parámetros reproductivos	100
6.6. Análisis contenido estomacal	104
6.5. Fauna acompañante	108
6.6. Caracterización genética	109
7.-CONCLUSIONES	111
8.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
9.- ANEXOS	126

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Escala empírica de madurez sexual para hembras y machos de especies desovantes parciales (adaptada de Holden & Raitt, 1975).
- Tabla 2. Caracterización de los estadios ováricos de peces pelágicos, modificada para hembras de sardina común y anchoveta.
- Tabla 3. Número de estaciones realizadas y analizadas, Julio 2004 - Junio del 2006, en el marco de los proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819.
- Tabla 4. Secuencias de los partidores a utilizados para la amplificación PCR del segmento ITS del ADN nuclear; D-loop y Citocromo Oxidasa I del ADN mitocondrial en las especies *N. crockeri* y *E. maculatum*.
- Tabla 5. Resumen de la operación de la flota en términos de número de barcos, viajes con pesca nominal (VCP), captura (toneladas), y rendimientos de pesca (ton/VCP) para bacaladillo y tritre.
- Tabla 6. Resumen de embarques a bordo de embarcaciones artesanales cerqueras realizados entre Noviembre de 2005 y Mayo de 2006, en puertos desde la V a X regiones. Entre paréntesis el número de lances de pesca totales.
- Tabla 7. Coeficientes del Modelo Lineal Generalizado con estructura de error Gamma para estandarizar los rendimientos de pesca de bacaladillo-machuelo en el periodo 2004-2006.
- Tabla 8. Clave talla-edad del bacaladillo.
- Tabla 9. Clave talla-edad del machuelo.
- Tabla 10. Resumen de estadísticos calculados sobre la base del IGS en bacaladillo, con muestras provenientes de embarcaciones con puerto base en Coronel-Lota. d.e. = desviación estándar, c.v. = coeficiente de variación, n = número de individuos.
- Tabla 11. Resumen de estadísticos calculados sobre la base del IGS en machuelo, con muestras provenientes de embarcaciones con puerto base en Talcahuano-Coronel-Lota.

- Tabla 11. Resumen de estadísticos calculados sobre la base del IGS en machuelo, con muestras provenientes de embarcaciones con puerto base en Valdivia.
- Tabla 12. Abundancia media, desviación estándar (DE) y valor máximo (ind. x 10 m⁻²) de huevos, larvas en preflexión y postflexión de bacaladillo, *N. crockeri*, para cruceros oceanográficos llevados a cabo entre 1996 y 2005 frente a Chile central.
- Tabla 13. Abundancia media, desviación estándar (DE) y valor máximo (ind. x 10 m⁻²) de huevos, larvas en preflexión y postflexión de machuelo, *E. maculatum*, para cruceros oceanográficos llevados a cabo entre 1996 y 2005 frente a Chile central.
- Tabla 14. Abundancia promedio mensual (n/100m³) y desviación estándar (DS) de huevos de *N. crockeri* y *E. maculatum*, en la zona costera (<5 mn) frente a la VIII Región, Enero 2005 a Junio 2006; proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819.
- Tabla 15. Abundancia promedio mensual (n/100m³) y desviación estándar (DS) de larvas de *N. crockeri* y *E. maculatum*, en la zona costera (<5 mn) frente a la VIII Región; proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819, Julio 2004 a Junio 2006.
- Tabla 16. Número de estómagos analizados por especie, localidad, estación, y sexo durante la ejecución del proyecto.
- Tabla 17. Escalas de llenado del estómago de machuelo (*E. maculatum*) por mes en la localidad de Corral. (Valores en frecuencia y porcentaje); (n = 426).
- Tabla 18. Escalas de llenado del estómago de machuelo (*E. maculatum*) por mes en la localidad de Lota. (Valores en frecuencia y porcentaje); (n = 282).
- Tabla 19. Resultados del Análisis de Varianza para el índice de llenado en peso (FWI) por mes (n = 554).
- Tabla 20. Frecuencia, número e índice de importancia numérica (IIN) de presas en los estómagos analizados de machuelo (*E. maculatum*) en el periodo de estudio para la localidad de Corral (n = 428).

- Tabla 21. Frecuencia, número e índice de importancia numérica (IIN) de presas en los estómagos analizados de machuelo (*E. maculatum*) en el periodo de estudio para la localidad de Lota (n = 276).
- Tabla 22. Valores de similitud de la dieta entre sexos (intra e interlocalidad) para el machuelo, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 695).
- Tabla 23. Valores de similitud de la dieta entre sexos (intra e interlocalidad) para el machuelo, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 695).
- Tabla 24. Valores de similitud de la dieta entre estaciones en la localidad de Corral, para el machuelo, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 428).
- Tabla 25. Valores de similitud de la dieta entre estaciones en la localidad de Corral, para el machuelo, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 428).
- Tabla 26. Valores de similitud de la dieta entre intervalos de tallas para el machuelo evaluado a nivel intra e interlocalidad, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 708).
- Tabla 27. Valores de similitud de la dieta entre intervalos de tallas para el machuelo evaluado a nivel intra e interlocalidad, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 708).
- Tabla 28. Escalas de llenado del estómago de bacaladillo (*N. crockeri*) por mes durante el periodo de estudio. (Valores en frecuencia y porcentaje); (n = 1.141).
- Tabla 29. Frecuencia, número e índice de importancia numérica (IIN) de presas en los estómagos analizados de bacaladillo (*N. crockeri*) en el periodo de estudio para la localidad de Lota (n = 631).
- Tabla 30. Frecuencia, número e índice de importancia numérica (IIN) de presas en los estómagos analizados de bacaladillo (*N. crockeri*) en el periodo de estudio para la localidad de Talcahuano (n = 510).
- Tabla 31. Valores de similitud de la dieta entre sexos (intra e interlocalidad) para el bacaladillo, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 745).

- Tabla 32. Valores de similitud de la dieta entre sexos (intra e interlocalidad) para el bacaladillo, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 745).
- Tabla 33. Valores de similitud de la dieta entre estaciones para el bacaladillo, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 831).
- Tabla 34. Valores de similitud de la dieta entre estaciones para el bacaladillo, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 831).
- Tabla 35. Valores de similitud de la dieta entre individuos por intervalos de tallas para el bacaladillo evaluado a nivel intra e interlocalidad, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 831).
- Tabla 36. Valores de similitud de la dieta entre individuos por intervalos de tallas para el bacaladillo evaluado a nivel intra e interlocalidad, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 831).
- Tabla 37. Número de encuestas y lances de pesca asociados, registrados en el desembarque artesanal por mes y puerto.
- Tabla 38. Especies declaradas en el desembarque artesanal de embarcaciones cerqueras en puertos de las regiones V, VIII y X.

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Desembarque histórico de machuelo entre los años 1984 y 2005.
- Figura 2. Desembarque histórico de bacaladillo entre los años 1984 y 2005.
- Figura 3. Esquema de un otolito para mostrar la forma de medir el largo y ancho.
- Figura 4. Esquema de un otolito para mostrar la forma de medir cada anillo translucido.
- Figura 5. Área de monitoreo costero de los proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819 y estación ubicada a 18 nm de los proyectos FIP 2004-20 y 2005-01.
- Figura 6. Ilustración de la operación de una red de cerco operada por una embarcación (fuente: FAO, Nédélec & Prado, 1982).
- Figura 7. Ejemplo de las embarcaciones típicas de la flota artesanal de cerco que opera en la flota centro-sur de Chile.
- Figura 8. Características generales y geométricas de las embarcaciones que conforman la flota en la zona centro-sur.
- Figura 9. Características funcionales de las embarcaciones que conforman la flota en la zona centro-sur.
- Figura 10. Características operacionales de las embarcaciones que conforman la flota en la zona centro-sur.
- Figura 11. Relaciones bi-variadas entre las características geométricas de las embarcaciones de la flota.
- Figura 12. Relaciones entre las características funcionales de la flota.
- Figura 13. Estacionalidad del esfuerzo de pesca, viajes con pesca hacia bacaladillo o machuelo, y de las capturas por puerto de desembarque. Promedio del periodo 2004-2006.

- Figura 14. Aporte al esfuerzo de pesca, en términos de viajes con pesca dirigidos a bacaladillo o machuelo, y a las capturas por puerto de desembarque. Período 2004-2006.
- Figura 15. Rendimiento de pesca (toneladas por viajes con pesca) de bacaladillo o mote, por puerto de desembarque. Período 2004-2006.
- Figura 16. Distribución de frecuencia de los registros de rendimiento de pesca de la flota que dirige su esfuerzo hacia bacaladillo o machuelo. Período 2004-2006.
- Figura 17. Diagnóstico de los residuales de un Modelo Lineal Generalizado con estructura de error log-normal. Factores fijos asociados al Año, Mes y Puertos de desembarque.
- Figura 18. Diagnóstico de los residuales de un Modelo Lineal Generalizado con estructura de error gamma. Factores fijos asociados al Año, Mes y Puertos de desembarque.
- Figura 19. Contribución de los principales factores al predictor lineal de las tasas de captura con distribución gamma: factor Año, factor Mes, y factor Puerto.
- Figura 20. Composición de la captura de cerco (lanchas artesanales) en el periodo Noviembre de 2005 y Octubre de 2006, basada en encuestas del desembarque, muestreo biológico, y pesca de investigación.
- Figura 21. Composición de la captura por puerto de desembarque, pesca de cerco (lanchas artesanales) en el periodo Noviembre de 2005 y Octubre de 2006, basada en encuestas del desembarque, muestreo biológico, y pesca de investigación.
- Figura 22. Composición de la captura de cerco (lanchas artesanales) en el periodo Febrero a Noviembre de 2006, basada en encuestas del desembarque, muestreo biológico, y pesca de investigación.
- Figura 23. Distribución de frecuencias de talla integrada de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio de 2005 a Octubre de 2006. a) Total de individuos, b) Machos, y c) Hembras.
- Figura 24. Distribución de frecuencias de talla mensual para la suma de ambos sexos de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio de 2005 a Julio de 2006.

- Figura 25. Distribución de frecuencias de talla mensual para machos de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio de 2005 a Julio de 2006.
- Figura 26. Distribución de frecuencias de talla mensual para hembras de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio de 2005 a Julio de 2006.
- Figura 27. Distribución de frecuencias de talla integrada de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el período de Julio de 2005 a Julio de 2006. a) Total, b) Machos y c) Hembras.
- Figura 28. Distribución de frecuencias de talla mensual para la suma de ambos sexos de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el período de Julio de 2005 a Noviembre de 2006.
- Figura 29. Distribución de frecuencias de talla mensual para machos de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el período de Julio del 2005 a Noviembre de 2006.
- Figura 30. Distribución de frecuencias de talla mensual para hembras de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el período de Julio del 2005 a Noviembre de 2006.
- Figura 31. Distribución de frecuencias de talla integrada de bacaladillo en la zona de San Antonio para el total de individuos en el mes de Marzo de 2006.
- Figura 32. Distribución de frecuencias de talla integrada de machuelo en la zona de Corral durante el período de Julio del 2005 a Octubre de 2006. a) Total, b) machos y c) hembras.
- Figura 33. Distribución de frecuencias de talla integrada por mes de machuelo en la zona de Corral durante el período de Julio de 2005 a Octubre de 2006.
- Figura 34. Distribución de frecuencias de talla para machos de machuelo en la zona de Corral durante el período de Julio de 2005 a Octubre de 2006.
- Figura 35. Distribución de frecuencias de talla para hembras de machuelo en la zona de Corral durante el período de Julio de 2005 a Octubre de 2006.

- Figura 36. Distribución de frecuencias de talla integrada de machuelo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio de 2005 a Septiembre de 2006. a) Total, b) machos y c) hembras.
- Figura 37. Distribución de frecuencias de talla integrada por mes de machuelo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Agosto de 2005 a Octubre de 2006.
- Figura 38. Distribución de frecuencias de talla integrada de machuelo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el periodo de Julio de 2005 a Octubre de 2006.
- Figura 39. Distribución de frecuencias de talla integrada de machuelo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante Septiembre de 2005. a) Total y b) Hembras.
- Figura 40. Estructura de edad global, machos y hembras de bacaladillo obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Lota-Coronel.
- Figura 41. Estructura de edad global mensual de bacaladillo (ambos sexos), obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Lota-Coronel.
- Figura 42. Estructura de edad global, machos y hembras de bacaladillo obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Talcahuano-San Vicente.
- Figura 43. Estructura de edad global mensual de bacaladillo (ambos sexos), obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Talcahuano-San Vicente.
- Figura 44. Estructura de edad global, machos y hembras de bacaladillo obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad San Antonio.
- Figura 45. Estructura de edad global, machos y hembras de machuelo obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Corral.
- Figura 46. Estructura de edad global mensual de machuelo (ambos sexos), obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Corral.
- Figura 47. Estructura de edad global, machos y hembras de machuelo obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Lota-Coronel.

- Figura 48. Estructura de edad global mensual de machuelo (ambos sexos), obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Lota-Coronel.
- Figura 49. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio del 2005 a Julio de 2006. a) Total, b) Machos y c) Hembras.
- Figura 50. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el período de Julio del 2005 a Mayo del 2006. a) Total de individuos, b) Machos y c) Hembras.
- Figura 51. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de bacaladillo en la zona de San Antonio en Marzo de 2006.
- Figura 52. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio de 2005 a Julio de 2006.
- Figura 53. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el período de Julio de 2005 a Octubre de 2006.
- Figura 54. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de machuelo en la zona de Corral durante el período de Diciembre de 2005 a Noviembre de 2006.
- Figura 55. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de machuelo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Agosto de 2005 a Octubre de 2006.
- Figura 56. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) para ambos sexos de machuelo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante los meses de Septiembre a Noviembre del 2005. a) Total, b) Hembras Septiembre 2005.
- Figura 57. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) por mes de machuelo en la zona de Corral durante el período de Diciembre de 2005 a Noviembre de 2006.
- Figura 58. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) por mes de machuelo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Agosto de 2005 a Octubre de 2006.

- Figura 59. Distribución de frecuencia de longitud de bacaladillo utilizados para la determinación de la edad de la zona centro-sur.
- Figura 60. Relación longitud peso del bacaladillo zona centro-sur.
- Figura 61. Distribución de frecuencia del peso del otolito de bacaladillo.
- Figura 62. Ajuste del modelo del tipo de von Bertalanffy a los datos peso otolito-longitud pez del bacaladillo.
- Figura 63. Estructura de edad del bacaladillo obtenida de la clave talla edad.
- Figura 64. Estructura de edad machos y hembras de bacaladillo obtenida de la clave talla edad.
- Figura 65. Relación edad-talla del bacaladillo y los parámetros del ajuste del modelo de von Bertalanffy.
- Figura 66. Distribución de frecuencia de longitud de ejemplares de machuelo utilizados en el presente estudio para determinación de edad.
- Figura 67. Relación longitud-peso de machuelo.
- Figura 68. Distribución de frecuencia del peso del otolito para el machuelo de la zona centro-sur.
- Figura 69. Ajuste del modelo del tipo de von Bertalanffy a los datos peso otolito-longitud pez del machuelo.
- Figura 70. Estructura de edad del machuelo obtenida de la clave talla edad.
- Figura 71. Estructura de edad machos y hembras de bacaladillo obtenida de la clave talla edad.
- Figura 72. Relación edad-talla del machuelo y los parámetros del ajuste del modelo de von Bertalanffy.
- Figura 73. Proporción sexual de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el periodo Julio de 2005 a Julio de 2006. Los tamaños de muestra se indican sobre cada mes.

- Figura 74. Proporción sexual de bacaladillo por clase de talla en la zona de Lota-Coronel durante el periodo Julio de 2005 a Julio de 2006.
- Figura 75. Proporción sexual de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el periodo Julio de 2005 a Noviembre de 2006. Los tamaños de muestra se indican sobre cada mes.
- Figura 76. Proporción sexual de bacaladillo por clase de talla en la zona de Talcahuano- San Vicente durante el periodo Julio de 2005 a Noviembre de 2006.
- Figura 77. Proporción sexual de machuelo en la zona de Corral durante el periodo Diciembre de 2005 a Octubre 2006. Los tamaños de muestra se indican sobre cada mes.
- Figura 78. Proporción sexual de machuelo por clase de talla en la zona de Corral durante el periodo Julio de 2005 a Octubre de 2006.
- Figura 79. Proporción sexual de machuelo en la zona de Lota-Coronel en Octubre de 2005 y Septiembre y Octubre de 2006. Los tamaños de muestra se indican sobre cada mes.
- Figura 80. Proporción sexual de machuelo en la zona de Talcahuano-San Vicente en Septiembre y Noviembre de 2006. Los tamaños de muestra se indican sobre cada mes.
- Figura 81. Variación mensual del IGS en machos y hembras de bacaladillo, Julio de 2005 a Octubre de 2006, muestras combinadas de Coronel-Lota y Talcahuano-San Vicente.
- Figura 82. Frecuencia de estadíos de madurez macroscópicos en bacaladillo, Julio de 2005 a Octubre de 2006, muestras combinadas de Lota-Coronel y Talcahuano-San Vicente. A: machos, B: hembras.
- Figura 83. Variación mensual del IGS en machos y hembras de machuelo, Septiembre a Noviembre de 2005 y Julio a Octubre de 2006, muestras combinadas de Coronel-Lota y Talcahuano-San Vicente.
- Figura 84. Frecuencia de estadíos de madurez macroscópicos en machuelo, Septiembre a Noviembre de 2005 y Julio a Octubre de 2006, muestras combinadas de Lota-Coronel y Talcahuano-San Vicente. A: machos, B: hembras.
- Figura 85. Variación mensual del IGS en machos y hembras de machuelo, Diciembre de 2005 y desde Abril a Noviembre de 2006, muestras combinadas de Valdivia-Corral.

- Figura 86. Frecuencia de estadios de madurez macroscópicos en machuelo, Diciembre de 2005 y desde Abril a Noviembre de 2006, muestras combinadas de Valdivia-Corral. A: machos, B: hembras.
- Figura 87. Frecuencia de estadios de madurez microscópicos en hembras de bacaladillo, Septiembre de 2005 a Octubre de 2006, muestras combinadas de Lota-Coronel y Talcahuano-San Vicente.
- Figura 88. Frecuencia de estadios de madurez microscópicos en hembras de machuelo, Julio a Octubre de 2006, muestras combinadas de Lota-Coronel y Talcahuano-San Vicente.
- Figura 89. Frecuencia de estadios de madurez microscópicos en hembras de machuelo, Mayo a Noviembre de 2006, muestras combinadas de Valdivia-Corral.
- Figura 90. Distribución horizontal de huevos y larvas de bacaladillo *N. crockeri* frente a Chile central entre los 33°S y 37°30'S durante 1996-2005. Abundancia en individuos x 10 m⁻².
- Figura 91. Distribución horizontal de huevos y larvas de bacaladillo *N. crockeri* frente a Chile central entre los 37°30'S y 41°30'S durante 1996-2005. Abundancia en individuos x 10 m⁻².
- Figura 92. Distribución vertical de huevos y larvas de bacaladillo *N. crockeri* durante Noviembre de 2001 y Marzo de 2002. Profundidad (m) estimada como valor medio del estrato muestreado. Abundancia en individuos x 1000 m⁻³. Note que la abundancia está en escala logarítmica.
- Figura 93. Distribución horizontal de huevos y larvas de machuelo *E. maculatum* frente a Chile central entre los 33°S y 37°30'S durante 1996-2005. Abundancia en individuos x 10 m⁻².
- Figura 94. Distribución horizontal de huevos y larvas de machuelo *E. maculatum* frente a Chile central entre los 37°30'S y 41°30'S durante 1996-2005. Abundancia en individuos x 10 m⁻².
- Figura 95. Distribución vertical de huevos y larvas de machuelo *E. maculatum* durante Marzo de 2002. Profundidad (m) estimada como valor medio del estrato muestreado. Abundancia en individuos x 1000 m⁻³. Note que la abundancia está en escala logarítmica.

- Figura 96. Abundancia ($N/100m^3$) de huevos de *N. crockeri* en la zona costera frente a la VIII Región, Enero 2005-Junio 2006; proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819. Líneas verticales son desviación estándar.
- Figura 97. Abundancia ($N/100m^3$) de larvas de *N. crockeri* en las estaciones de la zona costera frente a la VIII Región, Julio 2004 - Junio 2006; proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819. Líneas verticales son desviación estándar.
- Figura 98. Abundancia ($N/100m^3$) de huevos de *N. crockeri* en la estación ubicada a 18 mn de la costa frente a la VIII Región, Julio 2004 - Junio 2006; proyectos FIP 2004-20 y FIP 2005-01 (Monitoreos VIII Región).
- Figura 99. Abundancia ($N/100m^3$) de larvas de *N. crockeri* en la estación ubicada a 18 mn de la costa frente a la VIII Región, Julio 2004 - Junio 2006; proyectos FIP 2004-20 y FIP 2005-01 (Monitoreos VIII Región).
- Figura 100. Escala de llenado de los estómagos de machuelo (*E. maculatum*), para todo el periodo y área de estudio. (n = 708).
- Figura 101. Índice de llenado en peso de los estómagos de machuelo (*E. maculatum*) por mes. (n = 558).
- Figura 102. Conglomerado de similitud dietaria entre sexos para machuelo evaluados intra e inter localidad, basado en el Índice de Importancia Numérica (IIN%). (HL) = Hembras Lota, (ML) = Machos Lota; (HC) = Hembras Corral, (MC) = Machos Corral. (n = 695).
- Figura 103. Conglomerado de la similitud dietaria para el machuelo entre estaciones para la localidad de Corral, basado en el Índice de Importancia Numérica (IIN%). (n = 428).
- Figura 104. Conglomerado de la similitud dietaria por intervalo de talla de Machuelo evaluados a nivel intra e interlocalidad estaciones, basado en el Índice de Importancia Numérica (IIN%). (AC)= <28 cm LT Corral; (BC)= 28-38 cm LT Corral; (CC)= >38 cm LT Corral; (AL)= <28 cm LT Lota; (BL)= 28-38 cm LT Lota. (n = 708).
- Figura 105. Escala de llenado de los estómagos de bacaladillo (*N. crockeri*), para todo el periodo y área de estudio. (n = 1.141).

- Figura 106. Conglomerado de similitud dietaria entre sexos para bacaladillo evaluados intra e inter localidad, basado en el Índice de Importancia Numérica (IIN%). (HLO) = Hembras Lota, (MLO) = Machos Lota; (HTAL) = Hembras Talcahuano, (MTAL) = Machos Talcahuano. (n = 745).
- Figura 107. Conglomerado de la similitud dietaria para el bacaladillo evaluada entre estaciones, basado en el Índice de Importancia Numérica (IIN%). (n = 831).
- Figura 108. Conglomerado de la similitud dietaria entre individuos de bacaladillo por intervalo de talla, evaluados a nivel intra e interlocalidad estaciones, basado en el Índice de Importancia Numérica (IIN%). (AL)= <7 cm LT Lota; (BL)= 7-9 cm LT Lota; (CL)= >9 cm LT Lota; (AT)= <7 cm LT Talcahuano; (BT)= 7-9 cm LT Talcahuano; (CT)= >9 cm LT Talcahuano. (n = 831).
- Figura 109. Frecuencia de ocurrencia de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en San Antonio.
- Figura 110. Frecuencia de ocurrencia de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Talcahuano-San Vicente.
- Figura 111. Frecuencia de ocurrencia de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Coronel. A: encuestas desembarque; B: encuestas a bordo.
- Figura 112. Frecuencia de ocurrencia de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Lota.
- Figura 113. Frecuencia de ocurrencia de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Valdivia-Corral.
- Figura 114. Porcentaje en peso de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en San Antonio, respecto del desembarque total (A) y de las especies objetivo (B).
- Figura 115. Porcentaje en peso de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Talcahuano-San Vicente, respecto del desembarque total (A) y de las especies objetivo (B).

Figura 116. Porcentaje en peso de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Coronel con encuestas en el desembarque, respecto del desembarque total (A) y de las especies objetivo (B).

Figura 117. Porcentaje en peso de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Coronel con encuestas a bordo, respecto del desembarque total (A) y de las especies objetivo (B).

Figura 118. Porcentaje en peso de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Lota, respecto del desembarque total (A) y de las especies objetivo (B).

Figura 119. Porcentaje en peso de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Valdivia-Corral, respecto del desembarque total (A) y de las especies objetivo (B).

Figura 120. Perfil electroforético de extractos de ADN de *N. crockeri*. En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 12000 pb.

Figura 121. Perfil electroforético de extractos de ADN de *E. maculatum*. En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 120000 pb.

Figura 122. Perfil de amplificación del segmento D-loop con 8 parejas de partidores en la especie *N. crockeri*. En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.

Figura 123. Perfil de amplificación del segmento D-loop con 8 parejas de partidores en la especie *E. maculatum*. En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.

Figura 124. Perfil de amplificación del segmento Citocromo Oxidasa I en *N. crockeri*. (800pb). En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.

Figura 125. Perfil de amplificación del segmento Citocromo Oxidasa I en *E. maculatum* (800pb). En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.

Figura 126. Perfil de amplificación del segmento ITS en *N. crockeri*, con las parejas de partidores 1FP – 2RP y 28U – 18D. En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.

Figura 127. Perfil de amplificación del segmento ITS en *E. maculatum*, con las parejas de partidores 1FP – 2RP y 28U – 18D .En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tablas	126
Anexo 2. Figuras	147

1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis biológico-pesquero de los recursos bacaladillo (*Normanichthys crockeri*) y machuelo (*Ethmidium maculatum*), en la zona centro-sur de Chile.

2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 4.1. Recopilar los antecedentes bibliográficos relacionados con ambos recursos y con la investigación asociada a nivel nacional e internacional.
- 4.2. Caracterizar la flota pesquera dedicada a la captura de ambos recursos, en la zona de estudio.
- 4.3. Estimar la captura, esfuerzo pesquero estandarizado y rendimientos de pesca, por especie, para las principales zonas o áreas de extracción, y su variación temporal.
- 4.4. Determinar la composición de tallas, peso y edad, según sexo, por especie, de los desembarques.
- 4.5. Determinar la estructura de edad de la captura y sus principales parámetros de crecimiento de las especies en el área de estudio.
- 4.6. Determinar los principales parámetros reproductivos de ambas especies estudiadas.
- 4.7. Determinar la proporción de presas en el contenido estomacal de las especies en el área de estudio.

- 4.8. Determinar y cuantificar la fauna acompañante asociada a las pesquerías, según procedencia en la zona de estudio.

3 ANTECEDENTES

El bacaladillo o mote, *Normanichthys crockeri* Clark, 1937, y el machuelo o tritre, *Ethmidium maculatum* (Valenciennes, 1847), corresponden a peces pelágicos de pequeño tamaño que de acuerdo a lo que actualmente se conoce, habitan en aguas próximas a la costa, desde la superficie del mar hasta los 70 metros de profundidad. En Chile centro-sur (V a X regiones), estas especies forman parte de la fauna íctica pelágica de zonas costeras (e.g. bahías y golfos) (Norman, 1938; Vegas & Pequeño, 1993), compartiendo hábitat con otros peces tales como pampanito (*Stromateus stellatus*), pejerrey de mar (*Odontesthes regia*), sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*).

Durante el periodo 1984-2005 existió un reporte continuo de desembarque de machuelo en puertos de la V Región (e.g. Valparaíso, San Antonio) y VIII Región (e.g. Talcahuano, San Vicente, Coronel), con volúmenes que hasta el año 2001 no sobrepasaron las 6.000 toneladas anuales (Fig. 1). Sin embargo, en años posteriores se ha observado un aumento importante en los desembarques informados al Servicio Nacional de Pesca, especialmente en la VIII Región, llegando a máximos históricos en los años 2002 y 2004, con 18.399 y 18.655 toneladas, respectivamente. En el periodo 2002–2005 el principal aporte en el desembarque de machuelo se registró por parte de la flota cerquera artesanal con un promedio de 15.531 toneladas anuales, contra un promedio de 56 toneladas anuales de la flota industrial. En este mismo periodo el 74% del desembarque artesanal de machuelo se registró en la VIII Región, seguido de la X Región (14%) y V Región (4%).

En el caso del mote el aumento en el desembarque es aún más notorio. Entre los años 1991 y 2001 sólo se registró desembarque en la I y II regiones, con un máximo histórico de 20.317 toneladas en la I Región en el año 1997 (Fig. 2). A partir del 2002 se registró mote en el desembarque artesanal de la VIII Región, y en el año 2005 es declarado también en el desembarque industrial de la VIII y X regiones. A la fecha los máximos históricos de mote en la VIII Región se han observado en los años 2004 y

2005, con 57.101 y 96.980 toneladas respectivamente, donde el 98,6% correspondió a lo declarado por la flota cerquera artesanal.

Este aumento explosivo en los desembarques de mote y secundariamente en machuelo, principalmente por parte de la flota cerquera artesanal de la VIII Región, generó la necesidad por parte de las autoridades responsables de la administración y desarrollo sustentable de la actividad pesquera en Chile, de recopilar antecedentes biológicos y pesqueros de la extracción de estas especies, los cuales son presentados en el siguiente informe final.

4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Observaciones respecto a la metodología propuesta

De acuerdo al procedimiento metodológico propuesto para el registro de información biológica y pesquera, la elección de las localidades de muestreo al interior del área de estudio (V a X regiones), se llevó a cabo sobre la base de la estadística de pesca proporcionada por el Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca); identificando 2 puntos de muestreo para bacaladillo (Talcahuano y Coronel) y 4 en el caso de machuelo (San Antonio, Talcahuano, Coronel y Valdivia). De la misma forma, los desembarques históricos se utilizaron para precisar que la flota cerquera artesanal sería la que concentraría el esfuerzo de muestreo para el registro de tal información. Respecto al periodo de tiempo en el cual se debería ejecutar el estudio, los Términos Técnicos de Referencia señalaron la necesidad de cubrir un año calendario, esto es, 12 meses consecutivos en cada uno de los puertos seleccionados. Tal requisito fue indicado en la propuesta técnica presentada por el oferente.

A fin de asegurar el éxito del diseño de muestreo, una de las primeras actividades llevadas a cabo fue efectuar entrevistas con agentes del sector, como jefes de flota, presidentes de sindicatos y asociaciones gremiales de pescadores artesanales, y armadores artesanales, en cada uno de los puntos de muestreo. En cada caso se siguió el siguiente esquema de trabajo:

- Contacto telefónico con jefes de flota, presidentes de sindicatos y/o asociaciones gremiales, y armadores artesanales.
- Entrevista en plantas procesadoras, sedes y domicilios particulares.
- Presentación de los objetivos del proyecto, plan de muestreo y personal técnico.

En total se sostuvo 14 entrevistas con distintos agentes del sector en las localidades de San Antonio, Talcahuano, Tumbes, San Vicente, Lo Rojas, Coronel, Lota y Corral, como resultado de las cuales se logró constatar que la gran mayoría de los entrevistados se mostró interesado en colaborar en la recolección de información. Sin embargo, hubo un reconocimiento generalizado que debido a los problemas por los cuales atraviesa el sector artesanal (que en este documento se mencionarán en la sección “Análisis y discusión de resultados”), los desembarques informados al Sernapesca estarían sobrerreportados, especialmente aquellos correspondientes a bacaladillo. Aún cuando no se entregaron cifras reales del desembarque de esta especie, sí se indicó que en promedio sobre el 90% de lo informado como bacaladillo en los formularios de desembarque artesanal (DA) durante los años 2004, 2005 y 2006, no correspondería a esa especie, sino más bien a los recursos sardina común y anchoveta.

Este nuevo escenario permitió anticipar dos efectos principales sobre el plan de muestreo. Por una parte, el registro de información en el desembarque se vería restringido ya que existiría desconfianza en entregar la información real por temor a que esta fuera usada en la aplicación de multas. Segundo, la ausencia de las especies objetivo del estudio en el desembarque impediría cumplir con la frecuencia temporal de los muestreos y los tamaños de muestra, con los consecuentes efectos sobre la determinación de parámetros poblacionales tales como estructura de tallas y edad en las capturas, condición reproductiva, variación espacial y temporal de la dieta, entre otros.

Un tercer efecto estuvo dado por la estacionalidad en el registro de información. Bajo el supuesto que el desembarque de bacaladillo y machuelo era el resultado principalmente de la actividad extractiva de lanchas cerqueras artesanales, que dirigen esfuerzo de pesca sobre los recursos sardina común y anchoveta, existirían 2 periodos durante los cuales el registro de información y toma de muestras de bacaladillo y machuelo se verían interrumpidos. Tales periodos corresponden a las vedas de reclutamiento y reproductiva. La primera opera entre el 10 de Diciembre y

el 5 de Febrero; y, la segunda que se extiende desde el 21 de Julio hasta el 32 de Agosto de cada año.

Finalmente, y ante la falta de desembarque de machuelo, se optó por la modalidad de efectuar tratos comerciales con pescadores artesanales. De esta forma algunos pescadores efectuaban mensual o quincenalmente una faena de pesca con red de enmalle dirigida a la captura de machuelo. Este procedimiento se logró efectuar en algunas ocasiones con pescadores de la V y X regiones, pero no en la VIII Región debido a la mayor distancia entre el puerto de origen y la(s) zona(s) donde sería factible encontrar machuelo disponible al arte de pesca.

El inicio del presente proyecto fue el 1 de Noviembre de 2005, fecha que se consideró como comienzo de las actividades de terreno las cuales se extendieron hasta el 31 de Octubre de 2006.

Tal como se había previsto de la operación regular por parte de la flota cerquera artesanal, sólo fue posible obtener muestras biológicas durante el mes de Noviembre de 2005, ya que en Diciembre de ese año entró en vigencia la veda de reclutamiento de sardina común y anchoveta, extendiéndose hasta el 19 de Febrero de 2006. Durante este periodo, sólo en algunos casos fue posible obtener muestras de bacaladillo y machuelo, gracias a que la Universidad de Concepción se encontraba desarrollando pescas de investigación sobre sardina común y anchoveta con algunos sindicatos de pescadores, y los técnicos suscritos a tales pescas colectaron muestras cuando estas aparecieron en la captura. Además, durante estas actividades fue posible obtener información georeferenciada de los lances de pesca.

Como consecuencia adicional de la ejecución de tales pescas de investigación, se logró generar lazos de cooperación con cierto número de armadores artesanales, lo que permitió contar con información real del desembarque por parte de la flota cerquera artesanal.

Hechas estas consideraciones se presenta la metodología utilizada en el desarrollo de los objetivos específicos y sobreoferta, reportando los resultados obtenidos en los 12 meses de operación.

4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Recopilar los antecedentes bibliográficos relacionados con ambos recursos y con la investigación asociada a nivel nacional e internacional.

Históricamente, el bacaladillo y el machuelo han sido identificadas como especies fauna acompañante de la pesquería de pequeños pelágicos, anchoveta y sardina común, en la zona centro-sur de Chile; con volúmenes de desembarque relativamente bajos en comparación con los de las especies objetivo. Ninguna de las dos especies habían sido consideradas como pesquerías, razón por la cual ha existido poco interés por registrar antecedentes sobre su biología y menos sobre el impacto que la actividad pesquera tiene sobre ambos. Teniendo en cuenta estos antecedentes, la búsqueda de información biológica, pesquera y de administración para bacaladillo y machuelo se realizó en las siguientes bases de datos:

- Revistas ISI y Scielo a través de las bases: PROQUEST Biology Journals; SCIEDIRECT; Web Science; DOAJ (Directory of Open Access Journals); SwetsWise; ASFA; SCIRUS y ELSEVIER.
- Revisión de informes pesqueros donde se incluyan las dos especies en estudio, los cuales han sido realizados por instituciones dedicadas a la investigación.
- Revisión de informes de circulación pública de instituciones vinculadas con la administración y regulación de los recursos pesqueros, tal como: informes internos, reportes de talleres, informes sectoriales, diagnósticos de las especies, etc.
- Consultas directas a instituciones e investigadores de reconocida trayectoria que hallan tenido o tengan como objetivo de trabajo las especies en estudio (e.g. IMARPE, AWI-Bremerhaven).

En lo que respecta a institutos y universidades a nivel nacional, se llevó a cabo la búsqueda de información bibliográfica, en los siguientes centros:

INSTITUCION	CIUDAD	REGION
Universidad Arturo Prat	Iquique	Primera
Universidad Católica del Norte	Coquimbo	Cuarta
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Valparaíso	Quinta
Universidad de Concepción	Concepción	Octava
Universidad Católica de la Santísima Concepción	Concepción	Octava
Universidad Austral de Chile	Valdivia	Décima
Instituto de Fomento Pesquero	Valparaíso	Quinta
Instituto de Investigación Pesquera	Talcahuano	Octava

Además, entre las referencias nacionales encontradas más destacadas podemos mencionar: Balbontín & Pérez (1980), Hernández-Miranda et al. (2003), Herrera et al. (1987), Hinojosa et al. (2005), Orellana & Balbontín (1983), Ramírez (2002), y Vegas & Pequeño (1993). En estas referencias se incluyen publicaciones en revistas internacionales, revistas nacionales, tesis de grado, contribuciones a congreso y unidades de investigación de postgrado.

4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Caracterizar la flota pesquera dedicada a la captura de ambos recursos, en la zona de estudio.

4.2.1. Definición y clasificación de las embarcaciones y artes de pesca

Con el objeto de identificar los tipos de embarcaciones y artes de pesca empleados, se siguió las pautas recomendadas por el Grupo Coordinador de Trabajo sobre Estadísticas de Pesca en el Atlántico (CWP-FAO) (FAO, 1986), pautas que son válidas a nivel mundial, tanto para pesquerías marinas como para continentales. Para el caso de los artes de pesca se siguió las pautas de clasificación de FAO (Nédélec & Prado, 1982). Se entregan descripciones sencillas acompañadas de ilustraciones simples, que mostraran en forma clara y en perspectiva tanto las diversas clases de embarcaciones como aparejos de pesca empleados.

4.2.2. Caracterización de la flota pesquera

Con el propósito de caracterizar la flota pesquera que opera sobre bacaladillo y machuelo en la zona centro-sur de Chile, se registró las características geométricas, funcionales y operacionales de las embarcaciones, y se determinó las principales relaciones entre tales características. La información se obtuvo mediante encuestas realizadas en los puertos de desembarque, así como también en los domicilios particulares de los patronos de pesca o armadores artesanales. En este caso no fue posible obtener los datos de la flota pesquera por parte de los alcaldes de mar.

La flota pesquera fue caracterizada sobre la base de relaciones funcionales bivariadas y multivariadas entre las principales características físicas de las unidades de pesca. El análisis de la información correspondiente a las características físicamente cuantificables de las embarcaciones se realizó en forma independiente entre variables generales, geométricas, funcionales y operacionales entre sí.

4.2.3. Régimen operacional y estacionalidad de las capturas

El régimen operacional sería descrito originalmente a partir de información recogida en terreno, oficinas locales del SERNAPesca y/o Capitanías de Puerto de cada localidad, en cuanto a, por ejemplo, el número de salidas de pesca nominales o en su defecto viajes con pesca y el desembarque. Finalmente, se extrajo de las bases de datos proporcionadas por la Subsecretaría de Pesca.

Se indagó en la existencia de tendencias o variaciones supra-mensuales en las variables recién señaladas, comparándose entre localidades. Debido a que se desconoce la distribución estadística de tales variables, las comparaciones entre pares de localidades sucesivas se realizó mediante el test no paramétrico U de Mann-Whitney (Conover, 1971).

4.3. OBJETIVO ESPECIFICO 3

Estimar la captura, esfuerzo pesquero estandarizado y rendimientos de pesca, por especie, para las principales zonas o áreas de extracción, y su variación temporal.

4.3.1. Fuentes de información

De acuerdo con lo establecido en la propuesta técnica original, la información a registrar y utilizar para estimar los rendimientos de pesca por especie objetivo en el área de estudio proviene de dos fuentes de información:

- i) información del desembarque e información derivada de encuestas.
- ii) información a bordo de embarcaciones.

Estas fuentes de información tienen distintos niveles de resolución. Mientras la información oficial del desembarque proporciona datos como: nombre de la embarcación, puerto, fecha de zarpe y recalada, tipo de aparejo y captura por especie; las encuestas permiten registrar además la zona de captura, y en algunos casos la captura específica por lance de pesca, hora y posición del lance, y la profundidad. Por otro lado, la información obtenida por personal técnico a bordo de embarcaciones también permite disponer de la captura georeferenciada por lance de pesca con un menor grado de incertidumbre.

4.3.2. Esfuerzo de pesca

El esfuerzo nominal de pesca se define como el conjunto de “medios” utilizados por cada unidad de esfuerzo de pesca para obtener una captura dada en un periodo de tiempo determinado. Esto implica, además, que el esfuerzo de pesca que desarrolla una embarcación está definido por el producto entre el poder de pesca absoluto de

ésta y el tiempo de operación (Caballero et al., 1992). Por lo tanto, el esfuerzo de pesca total de la flota corresponde a la suma del esfuerzo desarrollado por cada embarcación en un periodo de tiempo más largo.

No obstante, en vista que la tasa de captura (captura por tiempo de operación) de cada unidad de pesca puede variar con las fluctuaciones de la abundancia, la disponibilidad del recurso, y además, por el poder de pesca absoluto de cada embarcación, el esfuerzo de pesca nominal se estandariza con el objeto de eliminar sesgos debido a la probable distribución diferencial del esfuerzo de pesca entre embarcaciones.

Una vez que el esfuerzo de pesca es estandarizado es posible obtener tasas de captura estandarizadas, las cuales son usualmente utilizadas en evaluación de stock para obtener un índice de abundancia relativa de un stock (Gavaris, 1980); aunque puede existir una gran variedad de razones que señalan que la captura por unidad de esfuerzo no cambia linealmente con la abundancia del stock (Cooke, 1985), y de hecho cuando el tamaño del stock se ha cuantificado independiente, la CPUE normalmente disminuye a una tasa menor que la abundancia real del stock (Butterworth, 1980; Shardlow, 1993; Csirke, 1989).

Para estandarizar las tasas de captura se utilizó como aproximación la comparación interanual de las tasas de captura (Gavaris, 1980; Kimura, 1981; Allen & Punsley, 1984; Punt et al., 2000), a través de la utilización de Modelos Lineales Generalizados.

Los Modelos Lineales Generalizados (MLG) permiten no sólo explorar los efectos espacio-temporales y la interacción espacio-temporal, sino también modelar adecuadamente la estructura de error de las tasas de captura. En efecto, lo usual es suponer que la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se distribuye log-normal, aunque a veces una distribución Gamma ó Poisson es son un mejor descriptor de la estructura del error (ver por ejemplo Punt et al., 2000).

Considerando la siguiente ecuación de captura:

$$C_{ijk} = q_{ijk} E_{ijk} \bar{B}_{jk}$$

donde: C_{ijk} es la captura en peso de la i -ésima categoría de embarcación, en el j -ésimo punto de muestreo (zona o área de extracción), en el k -ésimo período de tiempo; q_{ijk} es el coeficiente de capturabilidad; E_{ijk} es el esfuerzo de pesca ejercido, y \bar{B}_{jk} es la biomasa media del stock. El hecho que q tenga sub-índices en el modelo supone que la eficiencia de pesca varía entre categoría de embarcaciones y entre periodos de tiempo. En este modelo, y bajo el supuesto que la biomasa es relativamente homogénea en el j -ésimo punto de muestreo y k -ésimo período de tiempo, entonces solamente la eficiencia de las embarcaciones estarían afectando a la capturabilidad. La eficiencia (ρ) de la categoría de barcos i en el tiempo j relativa a una embarcación estándar (tal vez hipotético) se define por:

$$\rho(i, j | s)_k = q_{ij} / q_s$$

Si el modelo de captura es correcto y q no varía debido a la eficiencia temporal y entre categorías de embarcaciones, se tiene que:

$$U_{jk} = \frac{\sum_i C_{ijk}}{\sum_i E_{ijk}} = q \bar{B}_{jk}$$

Luego, la captura por unidad de esfuerzo es un adecuado índice de la abundancia. Sin embargo, debido a que q varía entre categorías de barcos y temporalmente, una tasa de captura ajustada sería:

$$U_{sjk} = \frac{\sum_i C_{ijk}}{\sum_i \rho(i, j | s)_k E_{ijk}} \approx q_s \bar{B}_{jk}$$

La diferencia es que la tasa de captura ajustada es un promedio ponderado por el esfuerzo estándar.

Siguiendo a Kimura (1981), el componente asociado al esfuerzo de pesca y la eficiencia de las embarcaciones se puede parametrizar independientemente del componente de cambio temporal y espacial de la abundancia ó biomasa.

La biomasa promedio por periodo de tiempo y área se puede parametrizar a través del siguiente modelo:

$$\bar{B}_{jk} = \bar{B} \exp(a_j + t_k + at_{jk})$$

donde: a_j representa un factor con j niveles asociados al efecto temporal (años, mes, día), mientras que t_k es el efecto del área geográfica sobre la biomasa, y at_{jk} es la interacción de los factores espaciales y temporales. El modelo supone que la biomasa es mayor a cero y que el nivel de la biomasa es desconocido.

La capturabilidad puede ser parametrizada considerando todas aquellas variables que podrían estar afectando el poder de pesca de las embarcaciones, las que se pueden agrupar en variables continuas, tal como las características de las unidades de pesca y aquellas variables discretas asociadas a la presencia o ausencia de un determinado equipo (p.e. ecosondas, sonares). El coeficiente de capturabilidad así definido podría ser representado por:

$$q_{ijk} = q_0 \prod_{z=1}^m X^{b_z}_{ijkz} \prod_{l=1}^n \exp(h(i, j, k, l)c_l)$$

donde: q_0 es una constante desconocida, X_{ijkz} representa características contínuas, donde $z=1,2,\dots, m$; $h(i,j,k,l)$ representa características discretas con $l=1,2,\dots,n$ indicadores de presencia o ausencia; b_z y c_l son coeficientes desconocidos.

El producto entre las dos ecuaciones parametrizadas de la biomasa y capturabilidad, permite entonces llegar al siguiente modelo aditivo general:

$$Y_{ijk} = \mu + a_j + t_k + a_{ijk} + \sum_{z=1}^m b_z \ln(X_{ikkz}) + \sum_{l=1}^n h(i, j, k, l) c_l + \varepsilon_{ijk}$$

donde: Y_{ijk} es el logaritmo natural de las tasas de captura ($CPUE_{ijk}$), y ε_{ijk} es un término de error aleatorio. El proceso de estimación se realizó utilizando los algoritmos contenidos en S-PLUS. Solamente modelos particulares de este modelo general usualmente serán analizados, y también se debe sensibilizar por la estructura del error (log-normal, gamma, Poisson).

4.4. OBJETIVO ESPECIFICO 4

Determinar la composición de tallas, peso y edad, según sexo, por especie, de los desembarques.

4.4.1. Composición de tamaños en el desembarque

El diseño de muestreo de frecuencias de tallas correspondió a un muestreo aleatorio simple de la descarga de las embarcaciones objetivo. Con estas distribuciones se construyeron frecuencias de tallas ponderadas para una combinación de zonas de pesca, para cada mes.

Se define:

m = número de muestras obtenidas, provenientes de una zona de pesca dada,

l = clase de longitud

z = zona de pesca

t = mes

El estimador de la distribución de longitud es

$$p_{m lzt} = \frac{n_{m lzt}}{n_{m+zt}}$$

donde: p es la proporción de ejemplares de la muestra m clasificados en la talla l , que proviene de una embarcación que operó en la zona z durante algún día del mes t . El signo + indica sumatoria sobre ese índice.

4.4.2. Relación longitud-peso

La relación longitud-peso se define de la siguiente forma:

$$PT = a * LT^b$$

donde: PT es el peso total (g), LT es la longitud total (cm); a , b son constantes. Los parámetros de esta relación fueron estimados independientemente para cada especie objetivo, por sexos, puerto de desembarque y mes de muestreo.

4.5. OBJETIVO ESPECIFICO 5

Determinar la estructura de edad de la captura y sus principales parámetros de crecimiento de las especies en el área de estudio.

4.5.1. Muestreos biológicos mensuales

El muestreo para obtener los otolitos correspondió a un muestreo aleatorio estratificado con asignación fija (muestreo estratificado utilizando las clases de longitud como estrato y un número fijo de peces en cada clase de longitud). El número fijo por estrato de talla considerado fue de 10 pares de otolitos por clase de talla.

En los muestreos mensuales a cada ejemplar de las dos especies se le registró la longitud total (cm), peso total (g) y de gónadas (g), sexo, estado de madurez de acuerdo a procedimientos estándar, y se le extraen los otolitos. Estas estructuras se limpian mediante agujas de disección bajo estereomicroscopio para retirar los restos de tejido que pudiesen estar adheridos.

4.5.2. Determinación de la edad

Con el fin de determinar la edad de los individuos de las dos especies se está utilizando la metodología de lectura de marcas translucidas presentes en los otolitos complementado con el uso del peso del otolito.

Lectura de Marcas Translucidas

Se ha demostrado que la determinación de la edad en peces basado en métodos tradicionales (anillos anuales o semianuales de crecimiento en estructuras óseas, como los otolitos), puede conducir a severas subestimaciones o sobrestimaciones de la edad (Wild, 1986; Arruda, 1987; Beamish & McFarlane, 1987), influyendo luego

seriamente en la composición de la estructura de edades del desembarque y en la estimación de los parámetros de crecimiento.

La determinación de la edad en peces utilizando la macroestructura de los otolitos, se basa en el recuento de anillos opacos o translucidos dispuestos, generalmente, alternadamente alrededor de un núcleo opaco, formado durante el primer período de crecimiento (Chilton & Beamish, 1982).

Con el fin de identificar los posibles anillos verdaderos, se procedió a la lectura, por parte de dos lectores, de marcas translucidas con modificaciones a las técnicas propuestas por FAO (1982) y a las utilizadas en Chile en pelágicos menores como anchoveta, sardina común y otras especies (Aguayo & Steffens, 1986; Castillo & Arrizaga, 1987; Araya et al., 2001; Cubillos et al., 2004). Las lecturas de marcas translucidas se realizaron en fotografías digitales tomadas a los otolitos enteros por la cara externa. Luego con el programa Sigmascan se le tomaron las siguientes medidas (Fig. 3) longitud total, que corresponde a la distancia máxima entre el rostrum y postrostrum; ancho, distancia entre el borde dorsal y ventral y la distancia a cada anillo translucido a partir del núcleo (Fig. 4).

El criterio que se utilizó para discernir que marca translucida medir, es considerar aquellas marcas que estén lo suficientemente claras y posibles de medir, por lo que no necesariamente la marca tiene que rodear completamente al núcleo. De esta forma, se evita que los lectores sepan a priori que anillo registrar y contar.

Las mediciones realizadas por los lectores a cada marca hialina del otolito se agruparon en una distribución de frecuencia, con el fin de identificar modas que permitan discernir entre anillos anuales verdaderos y falsos. El criterio que se utilizó para discriminar entre los distintos anillos se basa en Junquera et al. (1988) y consiste en sumar las lecturas de las distribuciones de frecuencias que presenten la misma moda, tanto las provenientes de un mismo lector como al combinarlas.

Debido a que la distribución de frecuencia de la distancia núcleo-marca hialina toma en cuenta tanto la presencia de anillos translucidos verdaderos como falsos, se asignaron edades considerando todas las posibles combinaciones. Esto permitió establecer diferentes tasas de crecimiento del otolito, las que se compararon con aquellas obtenidas a partir de las otras lecturas, tal como lo aplicó Cubillos (1994). Además, se complementó el análisis graficando las distancias de cada marca hialina con respecto al peso del otolito que habría tenido dicha marca, y bajo el supuesto que la edad y el peso del otolito, presentan una relación directa, se realizaron distintas combinaciones hasta encontrar las que se ubicaron en una línea recta.

Además, los otolitos fueron pesados en una balanza analítica de 0,0001 g de precisión. Se utilizó el peso del otolito para relacionarlo con la edad, y de esta manera encontrar alguna medida del tiempo que sea más objetiva que la longitud o el peso de los individuos y que permita describir el crecimiento. Esta idea se basa en antecedentes que existen los cuales indican que el peso del otolito estaría directamente relacionado con el tiempo vivido por el pez (Boehlert, 1985; Fletcher, 1991; Araya et al., 2001; Cubillos et al., 2004). Esto se soporta en evidencias que han confirmado que el otolito sigue creciendo, aún cuando la longitud del pez no lo haga, además, peces con baja tasa de crecimiento en longitud, presentan otolitos de gran tamaño con respecto a peces de su misma longitud (Radtke et al., 1985). Por otra parte, mediante algunos experimentos se ha demostrado que el incremento en tamaño del otolito es parcialmente independiente del crecimiento en longitud del individuo (Reznick et al., 1989).

Comparaciones de Lecturas

Las estimaciones de la 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. 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.

Cálculo del Índice de Precisión para el Conteo de los Incrementos

La precisión de las lecturas (número de incrementos que identifica cada lector) se calculó mediante una modificación al índice de error promedio (APE) para estimaciones repetidas, propuesto por Beamish & Fournier (1981); entendiéndose como precisión en las lecturas la repetibilidad de una medida individual (Campana & Jones, 1992), el índice se define por:

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

donde: X_{ij} es la i -ésimo conteo de incrementos del j -ésimo pez; X_j es el número de incrementos promedio del j -ésimo pez; R es el número de veces que se contaron los incrementos.

Ajuste de un Modelo de Crecimiento

La información de edad y longitud obtenida para las dos especies se ajustó al modelo de von Bertalanffy mediante ajuste del tipo no lineal:

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

cuya tasa de crecimiento absoluta es:

$$g_t = K(L_{\infty} - L_t)$$

Asignación de edad, grupo de edad y clave talla-edad

La asignación de edad a cada espécimen se realizó de acuerdo al número de anillos translucidos, fecha de captura y considerando el primero de Enero como fecha de cumpleaños (en el hemisferio sur).

La clave talla-edad es estructurada por cada unidad de medida en longitud, en forma separada para machos y hembras; sin embargo, dado que las estadísticas de captura no consideran los sexos, también la clave se confeccionó para ambos sexos juntos.

Composición de edad de las capturas

La composición de edad de los desembarques de las especies bacaladillo y machuelo se estableció mediante la expansión a las capturas de la clave edad-talla obtenida, utilizando las distribuciones de frecuencia conseguidas de los muestreos de los desembarques.

Las regresiones predictivas e inversas utilizadas para la conversión de peso a talla y viceversa se establecieron de acuerdo a los muestreos planificados en los objetivos específicos anteriores y en el desarrollo del presente objetivo específico.

Composición de Edad de las Capturas

La composición de edad de los desembarques de las especies consideradas se construyó mediante la expansión a las capturas de la clave edad-talla mediante los siguientes pasos:

Elaboración de claves talla – edad

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

donde: n_l es el número de individuos de longitud “ l ”; n_{tl} es el número de individuos del grupo de edad “ t ” con longitud “ l ”.

Número total de individuos en la captura (N)

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

donde: Y es la captura del período.

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

donde: f_l es la frecuencia en la muestra para la clase de talla “ l ”; f es el 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)

$$N_l = P_l * N$$

donde: P_l es la 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)

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

4.6. OBJETIVO ESPECIFICO 6

Determinar los principales parámetros reproductivos de ambas especies estudiadas.

4.6.1. Diseño de muestreo

El diseño original de muestreo para obtener indicadores biológicos reproductivos de bacaladillo y machuelo consistió en obtener muestras aleatorias semanales en los puertos de desembarque y trimestralmente a bordo de embarcaciones artesanales. Sin embargo, y dado los antecedentes entregados en la sección “Observaciones a la metodología propuesta”, esto es, desconfianza en la entrega de información por parte de los usuarios de la actividad (e.g. pescadores artesanales), ausencia de esfuerzo de pesca sobre mote y tritre, y estacionalidad asociada a las vedas biológicas sobre sardina común y anchoveta, no fue posible cubrir adecuadamente un año cronológico completo de muestreo para el análisis de los indicadores reproductivos en mote y tritre, aún cuando se efectuaron visitas semanales en los puertos de desembarque establecidos en la propuesta técnica.

En bacaladillo se logró contar adicionalmente con muestras en los meses de Julio, Septiembre y Octubre de 2005, provenientes de los puertos de Talcahuano y Lota, los cuales complementan el análisis de los aspectos reproductivos de la especie. Unas de las deficiencias respecto a lo propuesto en la Oferta Técnica es la carencia de resultados en la localidad de San Antonio, donde la presencia de bacaladillo en los muestreos fue inexistente.

En machuelo se logró obtener muestras para análisis reproductivo en 6 y 8 meses de los indicados en la propuesta técnica en localidades de la VIII y X regiones, respectivamente. En la X Región, y dado el incentivo económico entregado a un pescador artesanal, que vive de la extracción de tritre a pedido (operación que se lleva a cabo con un bote a remos), se logró además obtener muestras en Noviembre

de 2006. En la localidad de San Antonio tampoco se logró contar con muestras para el análisis reproductivo de machuelo.

4.6.2. Proporción sexual

Es la fracción de hembras en la población, la cual se calculó mensualmente para cada especie objetivo (bacaladillo y machuelo) como:

$$Ph_i = \frac{Nh_i}{(Nh_i + Nm_i)}$$

donde: Ph_i es la proporción de hembras en la muestra obtenida en el puerto de desembarque i ; Nh_i es el número de hembras en la muestra obtenida en el puerto de desembarque i ; Nm_i es el número de machos en la muestra obtenida en el puerto de desembarque i .

Luego, la proporción total de hembras para el área de estudio se calculó como:

$$\overline{Ph} = \sum_{i=1}^m Ph_i w_i$$

donde: \overline{Ph} es la proporción total promedio de hembras; m es el número de puertos de desembarque; w_i es la proporción en peso de la captura obtenida en el puerto de desembarque i , la cual se calcula como:

$$w_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^m C_i}$$

donde: C_i es la captura en peso de bacaladillo o machuelo, según corresponda, en el puerto de desembarque i .

4.6.3. Indicadores reproductivos

La actividad reproductiva mensual en bacaladillo y machuelo fue monitoreada mediante el Índice Gonadosomático (IGS), según la expresión:

$$IGS = \frac{PG}{PT - PG} * 100$$

donde: PG es el peso de la gónada (g); PT es el peso total corporal del individuo (g).

Escalas de madurez

Dado que no existen reportes sobre aspectos reproductivos en bacaladillo y machuelo, para la asignación del estado de madurez sexual macroscópico, se utilizó como base la escala de cinco estados propuesta para desovantes parciales por Holden & Raitt (1975) (Tabla 1), la cual fue adaptada para las especies en estudio.

Análisis histológico

De acuerdo con la propuesta técnica original se propuso un total de 20 hembras mensuales por especie y puerto de desembarque para conocer la actividad reproductiva de bacaladillo y machuelo, mediante la aplicación de técnicas histológicas, para lo cual se utilizó también como base la tabla para pelágicos pequeños (sardina común y anchoveta), la cual se indica en la Tabla 2.

4.6.4. Zonas y periodos de desove

Para determinar la distribución horizontal y vertical de los estadios tempranos del bacaladillo y el machuelo frente a las costas de Chile central, se efectuó dos aproximaciones: una que consideró un análisis general en toda la zona de estudio, y otra focalizada frente a la VIII Región.

Análisis General

Se analizó una serie de 5 cruceros oceanográficos llevados a cabo entre los 33°S y 40°S, durante i) Septiembre – Octubre de 1996 (FIP 96-11, 32-40°S); ii) Noviembre de 2001 (Fondecyt 1010900, 34.5-37.0°S); iii) Marzo de 2002 (Fondecyt 1010900, 34,5-37,0°S); iv) Agosto – Septiembre de 2004 (FIP 2004-03, 32-41°S); y, v) Agosto – Septiembre de 2005 (FIP 2005-03, 33,0-41,2°S). En cada uno de los cruceros se recolectaron muestras de zooplancton a través de lances oblicuos estratificados (1996-2002) con una red Tucker trawl (1 m² de boca, red de 300 µm de abertura de malla) o lances oblicuos integrados con red Bongo (2004-2005) (60 cm de diámetro, red de 300 µm de abertura de malla), con un flujómetro General Oceanic montado en el marco de las redes para estimar el volumen filtrado. Una vez en cubierta las muestras fueron preservadas con formalina al 10% tamponada con tetraborato de sodio. En laboratorio se separaron la totalidad de huevos y larvas de peces. Los estadios tempranos de machuelo se identificaron según Orellana & Balbontín (1983) y Herrera et al. (1987). La identificación de las larvas de *N. crockeri* se realizó a través de los caracteres descritos por Balbontín & Pérez (1980) y Vélez et al. (2003). Los huevos de bacaladillo fueron identificados a través del método serial descrito por Neira et al. (2000) con las muestras preservadas de zooplancton, y corroborada con cultivo experimental in vitro de huevos colectados en la zona costera frente a Dichato (36,5°S) durante Octubre de 2000. Las larvas se clasificaron en pre y postflexión notocordal de acuerdo a la elevación del extremo caudal del notocordo y la aparición de los esbozos de radios hipurales. En el caso del bacaladillo la flexión notocordal

ocurre aproximadamente a los 8 mm (Balbontín & Pérez, 1980), y en el caso del machuelo sucede posterior a los 10 mm (Orellana & Balbontín, 1983).

Análisis Localizado

Como estimador independiente de la estacionalidad reproductiva se utilizó las abundancias estandarizadas de huevos y larvas de bacaladillo y el machuelo colectadas en muestras de plancton de un programa de monitoreo costero (< 5 mn de la costa) frente a la VIII Región, llevado a cabo por el Laboratorio de Oceanografía Pesquera y Ecología larval (LOPEL) dentro del marco de los proyectos FIP 2005-02 (MPH sardina común y anchoveta) y FONDECYT 1030819. Si bien la propuesta original de este proyecto FIP 2005-36 incluía sólo muestras del periodo monitoreado en el proyecto FIP 2005-02 (MPH) de Junio a Octubre 2005, la data aquí reportada comprende desde Julio del 2004 a Junio del 2006. Adicionalmente, se entrega información de abundancias de huevos y larvas de las especies objetivos obtenidas a partir de muestras de zooplancton colectadas en los proyectos FIP 2004-20 y 2005-01 "Monitoreo de las condiciones oceanográficas de la VIII Región", llevados a cabo bajo la dirección del Centro FONDAP-COPAS, y en los cuales nuestro laboratorio (LOPEL) ha sido el responsable de la sección ictioplancton, y que incluye en periodo Julio 2004 a Junio 2006. El análisis de más muestras de ictioplancton y la incorporación de esta data en el presente informe, consecuentemente, representan un esfuerzo extra realizado por el equipo de trabajo con el objeto de dar una mayor cobertura temporal al presente proyecto.

El área de muestreo utilizado en los proyectos FIP 2005-02 (MPH) y FONDECYT 1030819, corresponde al sector ubicado entre la desembocadura del Río Itata y Bahía Coliumo (Figura 5), área en la que mensualmente se muestrearon entre 3 y 20 estaciones y de las cuales se analizó un total de 143 muestras de ictioplancton (Tabla 3). Para la colección de las muestras de plancton se utilizó una red bongo estándar, de 60 cm de diámetro de boca, 300 micrones de trama, con copo filtrante y

equipada con un flujómetro digital General Oceanics. Los muestreos fueron oblicuos desde 40 m de profundidad (ó 5 m desde el fondo en áreas más someras) a superficie. Las muestras fueron preservadas en formalina al 10%, tamponada con tetraborato de sodio, y posteriormente analizadas en laboratorio siguiendo los procedimientos descritos anteriormente. Las muestras de los proyectos de monitoreo de condiciones oceanográficas FIP 2004-20 y 2005-01 fueron obtenidas desde solo una estación ubicada a 18 mn de la costa. Esta estación fue muestreada mensualmente utilizando una red tipo Tucker Trawl de 1 m² de área de boca y 200 um de trama, equipada también con un flujómetro digital General Oceanics.

4.7. OBJETIVO ESPECIFICO 7

Determinar la proporción de presas en el contenido estomacal de las especies en el área de estudio.

En este punto el análisis de los contenidos estomacales de bacaladillo y machuelo, buscó en primer lugar, establecer la dieta de ambas especies en la zona de Chile centro-sur; y segundo, evaluar variaciones cuantitativas del espectro trófico en ambas especies asociados al sexo y ontogenia, así como su variación espacial y temporal.

4.7.1. Análisis en laboratorio

Los contenidos estomacales fueron tamizados para evitar la pérdida de material en avanzado estado de digestión y separados inicialmente a nivel de taxa mayores: Después se separó las presas de cada taxa inicial en diferentes morfos o tipos. Para cada tipo de presa se registró el número de ejemplares y peso (g). Las presas fueron preservadas en etanol al 20%, o en formalina tamponada al 10%, para su posterior identificación al nivel taxonómico más específico posible, dependiendo de su estado de digestión.

4.7.2. Análisis de datos

Para cuantificar la importancia de las presas en la dieta se utilizó los índices de porcentaje en número (%N), frecuencia de ocurrencia (%F) y el Índice de Importancia Numérica (*IIN*), cuya expresión es la siguiente:

$$IIN = \sqrt{(\%F \times \%N)} \times 100$$

No se utilizó el índice de peso (%P) debido al avanzado grado de digestión manifestado por gran parte de los contenidos estomacales de bacaladillo y machuelo, y en el caso específico de bacaladillo, a que aquellos ítems presa sin digerir presentaron un bajo peso que dificultó su adecuada medición. Debido a lo anterior, tampoco se pudo calcular el Índice de Importancia Relativa (IIR; Pinkas et al., 1971), $IIR = (\%N + \%P) \times \%F$, ofrecido en la propuesta técnica.

La búsqueda de variaciones en la dieta de bacaladillo y machuelo, con respecto al sexo, tamaño, área de pesca y época de muestreo, se investigó con el Índice de Similitud de Bray-Curtis (BC; Bloom, 1981) sobre la base del *IIN*, y el Índice de Similitud de Pianka (P; Pianka, 1973) sobre la base de la frecuencia de ocurrencia expresada como proporción. La expresión de ambos índices de similitud es:

$$BC = \frac{2 \sum_{i=1}^S \min(x_{ij}, x_{ik})}{\sum_{i=1}^S (x_{ij} + x_{ik})}$$

donde, $\min(x_{ij}, x_{ik})$ corresponde al valor mínimo del *IIN* de la *i*-ésima presa en la dieta de bacaladillo o machuelo entre las variables a comparar *j* y *k* (e.g. zona de pesca, sexo, tamaño, periodo de muestreo); *S* es el número total de ítems presa.

y,

$$P = \frac{\sum_{j=1}^S p_{ij} p_{kj}}{\left(\sum_{j=1}^S p_{ij}^2 + \sum_{j=1}^S p_{kj}^2 \right)^{1/2}}$$

donde, p_{ij} y p_{kj} son los valores de frecuencia de ocurrencia de la presa i en la dieta de bacaladillo o machuelo entre las variables a comparar j y k (e.g. zona de pesca, sexo, tamaño, periodo de muestreo).

4.8. OBJETIVO ESPECIFICO 8

Determinar y cuantificar la fauna acompañante asociada a las pesquerías, según procedencia en la zona de estudio.

4.8.1. Consideraciones

Tal y como se expusiera en el Informe de Avance, durante la ejecución del proyecto (desde Noviembre de 2005 a Octubre de 2006) se constató que no existe esfuerzo de pesca dirigido hacia la extracción de bacaladillo y machuelo, por parte de embarcaciones artesanales cerqueras con puerto base en las localidades de San Antonio, Talcahuano, Coronel y Valdivia, ni tampoco en los puertos de Lota y Corral en donde también se desplegó esfuerzo de muestreo. Los desembarques de bacaladillo y machuelo en estos puertos es el resultado de su captura incidental como fauna acompañante en la pesca de sardina española y anchoveta, en estos mismos puertos de desembarque.

Por esta razón, más que efectuar un análisis de la fauna acompañante asociada a la pesquería de bacaladillo y machuelo, tal como fuera solicitado por los Términos Técnicos de Referencia, lo que se entrega como resultado en este informe final, es una cuantificación del desembarque de las especies objetivo del estudio en el desembarque de sardina española, sardina común y anchoveta.

La información analizada corresponde a la obtenida de la aplicación de encuestas en el desembarque y de bitácoras de pesca a bordo de embarcaciones artesanales. No se utilizó en este objetivo específico la información proporcionada por el Servicio Nacional de Pesca, a través de la Subsecretaría de Pesca, por considerar que la estadística oficial se encontraba sesgada.

4.8.2. Análisis de la información

Para analizar la importancia de bacaladillo y machuelo, así como de otras especies fauna acompañante, en las capturas de sardina española, sardina común y anchoveta, se determinó la frecuencia de ocurrencia y el aporte en peso de cada una de las especies capturadas.

El porcentaje en peso relativo a la captura total ($Rt\%$):

$$Rt\%_i = \frac{Cap_i}{\sum_{i=1}^m Cap_i} * 100$$

donde: $Rt\%_i$ es el aporte en peso relativo de la especie i ; Cap_i es la captura en peso (kg) de la especie i ; m es el número total de especies capturadas (objetivo y acompañantes).

El porcentaje en peso relativo a la captura de la especie objetivo ($Rs\%$):

$$Rs\%_i = \frac{Cap_i}{Cap_j} * 100$$

donde: $Rs\%_i$ es el aporte en peso relativo de la especie i ; Cap_i es la captura en peso (kg) de la especie i ; Cap_j es la captura en peso (kg) de la especie objetivo j .

La frecuencia de ocurrencia ($FO\%$):

$$FO\%_i = \frac{n_i}{N} * 100$$

donde: $FO\%_i$ es la frecuencia de ocurrencia de la especie i ; n_i es el número de veces (desembarques o lances) en que se registra la especie i ; N es el número total de desembarques o lances.

4.9. SOBREFERTA 1

Carecterización genética de las especies en estudio.

4.9.1. Zona de estudio y muestreo biológico

Se analizó 20 ejemplares de *N. crockeri* provenientes del Golfo de Arauco (VIII Región) y 20 de *E. maculatum* provenientes de la zona de Corral (X Region).

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Genética y Acuicultura de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción. A su llegada las muestras fueron registradas y analizadas, conservándose en etanol puro a -20°C hasta ser requeridas nuevamente.

Se estandarizó la extracción de ADN con el método descrito por Grijalva-Chon et al. (1994), utilizado en varias especies de peces.

4.9.2. Extracción de ADN

Para cada ejemplar se llevó a cabo el siguiente protocolo:

- Se disectó un trozo (50 a 100 mg) de musculatura esquelética (sin piel) (preservadas en alcohol o congeladas a -20°C).
- Se agregó 500 μl de buffer STE (10 mM Tris.HCl, pH= 8.0, 10 mM NaCl y 50 mM EDTA) para homogeneizar el tejido.
- Se lisaron las membranas celulares con 25 μl de SDS al 20% digiriendo las proteínas con 50 μl de Proteinasa K (10 mg/ml).
- Incubación de la mezcla a 37°C por toda la noche.
- Posteriormente se realiza la extracción de material orgánico agregando un volumen de 600 μl , de una mezcla de Fenol Saturado: Cloroformo: Alcohol Isoamílico (25: 24 :1), se agita fuertemente por un minuto.

- Se centrifugó a 12.000 rpm durante 10 minutos; luego se recuperó la fase acuosa, se realizó una segunda extracción añadiendo 600 μ l de solución Sevac (CHCl_3 : AIA; 24: 1), centrifugando las muestras por 10 minutos a 12.000 rpm.
- Para la precipitación de los ácidos nucleicos se agregó 2 volúmenes de etanol absoluto y previamente enfriado a -20°C , y 35 μ l de Cloruro de Sodio 2 M (NaCl), se agitó por inversión y se dejó a -20°C por 1 hora.
- Se centrifugó nuevamente a 12.000 rpm por 10 minutos, se eliminó el sobrenadante y lavó el pellet con 700 μ l de etanol al 70% frío, y centrifugó por 5 minutos a 12.000 rpm.
- Finalmente se secó el pellet al aire durante una hora; para disolver el pellet se utilizó 100 μ l de agua para PCR Gibco.

4.9.3. Calidad y cuantificación de ADN

Para verificar el tamaño del ADN genómico extraído de cada ejemplar, se cargaron los extractos en geles de agarosa al 1% en tampón TBE 0,5X, corridos a 80 V por 30 minutos, y teñidos con bromuro de etidio 5 μ g/ μ l. El tamaño de los extractos fue comparado con el marcador de peso molecular 12 000 Kb de Gibco.

En el caso del análisis de calidad del ADN extraído cada muestra fue diluida (10/1000) y leída su absorbancia en un Biofotometro Eppendorf, las lecturas de absorbancia fueron registradas, según reportado por Sambrook et al. (2001), a los 230 nm (absorben impurezas como hidratos de carbono, pépticos, combinaciones aromáticas, etc), 260 nm (absorben bases nitrogenadas), 280 nm (absorben proteína y fenol) y 320 nm (absorben turbidez). Posteriormente, cálculos de los cuocientes de absorbancia 260 nm/230 nm (valor ideal > 2) y 260 nm/280 nm (< 2) se utilizaron como indicadores de la calidad de la muestra para los análisis de PCR, en el caso de la absorbancia a 320 nm esta es un indicador de la turbidez del extracto y su valor

óptimo es de cero. La cantidad de ADN que presentó cada extracto se determinó según la siguiente ecuación:

$$C = \frac{(\lambda_{260} \cdot 50 [\mu\text{g}/\mu\text{l}] \cdot fd)}{1000}$$

donde: C es la concentración del extracto original [$\mu\text{g}/\mu\text{l}$], λ_{260} es la absorbancia a 260 nm, fd es el factor de dilución.

4.9.4. Generalidades de las reacciones PCR

Los experimentos de estandarización en la amplificación de genes mitocondriales y nucleares se llevaron a cabo en un termociclador MJ Research modelo PT 200 Gradient Calculator. En la preparación de la mezcla de amplificación se utilizaron tubos y puntas estériles, trabajando bajo hielo, las amplificaciones se realizaron en un volumen mínimo de 10 μl y fueron cubiertas con 30 μl de aceite mineral estéril, libre de ARNasas y ADNasas (J.T Baker) para evitar la evaporación de las muestras y, con esto, variar la concentración de los compuestos en la reacción. Un blanco, correspondiente a una mezcla de amplificación sin ADN, fue utilizado en cada amplificación para eliminar la sospecha de contaminación.

4.9.5. Amplificación región control del ADN mitocondrial

Para amplificar el fragmento D-loop se ensayaron 8 parejas de partidores universales para cada especie: H00651/L15926, H00651/L16007, H00651/L19, H00651/42RL, 12SAR-H/L15926, 12SAR-H/L16007, 12SAR-H/L19, 12SAR-H/42 RL (Tabla 4). De estos partidores, H00651, L15926 y L16007, son descritos por Kocher et al. (1989), L19 descrito por Palumbi et al. (1996).

Los partidores indicados se ensayaron en un volumen total de 10 μ l, incluyendo 1 μ l de extracto de ADN, MgCl₂ 2,0 mM, dNTP's 0,2 mM, 0,2 μ M de cada partidor, 0,5 U/ μ l de Taq ADN Polimerasa de Invitrogen con su respectivo tampón (Tris-HCl 20 mM pH 8.4, KCl 50 mM) y H₂O Gibco para PCR. El programa de amplificación para estas parejas de partidores consistió en: 1 ciclo inicial de 94 °C por 5 min., 60°C por 30 seg., 72 °C por 2 min.; 35 ciclos de 95 °C por 30 seg., 54 °C por 2 min. y 72 °C por 2 min.; y una extensión final de 72 °C por 10 minutos.

Los fragmentos resultantes de la amplificación de la región control se resolvieron por electroforesis en gel de agarosa al 1,5%, sumergido en tampón TBE 0,5X; a la muestra amplificada se le agregó 1 μ l de solución de siembra (Púrpura de bromocresol). La corrida electroforética se realizó a 80 Voltios durante 50 minutos. Los geles fueron teñidos con bromuro de etidio (5 μ g/ μ l), visualizados bajo luz ultravioleta y fotografiados con cámara Olympus modelo C-5060.

4.9.6. Amplificación de Citocromo Oxidada I del ADN mitocondrial

Para la amplificación de este gen se utilizaron los partidores LCOI / HCOI (Tabla 4), los cuales se ensayaron en un volumen total de 10 μ l, incluyendo 1 μ l de extracto de ADN, MgCl₂ 2,0 mM, dNTP's 0,2 mM, 0,4 μ M de cada partidor, 1 X BSA y 0,4 U/ μ l de Taq ADN Polimerasa Invitrogen, con su respectivo tampón (Tris-HCl 20 mM pH 8.4, KCl 50 mM) y H₂O Gibco para PCR. El programa de amplificación para esta pareja de partidores consistió en: 1 ciclo inicial de 94 °C por 2 min., 35 ciclos de 94 °C por 30 seg., 45 °C por 30 seg. y 72 °C por 1 min.; y una extensión final de 72 °C por 4 minutos.

Los fragmentos resultantes de la amplificación del segmento Citocromo oxidasa I, se separaron por electroforesis en gel de agarosa al 1%, sumergido en tampón TBE 0,5 X. A 10 μ l de la muestra amplificada se le agregó 1 μ l de solución de siembra (Púrpura de bromocresol). La corrida electroforética se realizó a 70 Voltios durante

60 minutos. Posteriormente, los geles fueron teñidos con bromuro de etidio (5 mg/ml) por 10 minutos, visualizados bajo luz ultravioleta y fotografiados con cámara Olympus modelo C-5060.

4.9.7. Amplificación gen nuclear ITS (Internal Transcribed Spacer)

Para la amplificación del segmento ITS del ADN nuclear se utilizaron dos parejas de partidores universales; 1FP/2RP y 18D/28U (Tabla 4) cuyas secuencias se basan en estudios realizados en una amplia gama de especies (Hillis & Dixon, 1991; Meyer, 1994).

Los partidores indicados se ensayaron en un volumen total de 10 μ l, incluyendo 1 μ l de extracto de ADN, $MgCl_2$ 2,0 mM, dNTP's 0,2 mM, 0,2 μ M de cada partidor, 0,5 U/ μ l de Taq ADN Polimerasa Invitrogen con su respectivo tampón y H_2O Gibco para PCR. El programa de amplificación para estas parejas de partidores consistió en: 1 ciclo inicial de 95°C por 5 min., 48°C por 1 min., 72°C por 1 min.; 35 ciclos de 95°C por 1 min., 54°C por 1 min., 72°C por 1 min. y, una extensión final de 72°C por 5 minutos.

Los fragmentos resultantes de la amplificación del segmento ITS se separaron por electroforesis en gel de agarosa al 2%, sumergido en tampón TBE 0,5X, a la muestra amplificada se les agregó 1 μ l de solución de siembra (Púrpura de bromocresol). La corrida electroforética se realizó a 70 Voltios durante 60 minutos. Posteriormente, los geles fueron teñidos con bromuro de etidio (5 μ g/ μ l) por aproximadamente 20 minutos, visualizados bajo luz ultravioleta y fotografiados con cámara Olympus modelo C-5060.

5 RESULTADOS

5.1. OBJETIVO ESPECIFICO 1

Recopilar los antecedentes bibliográficos relacionados con ambos recursos y con la investigación asociada a nivel nacional e internacional.

5.1.1. Bacaladillo o mote (*Normanichthys crockeri*)

El análisis de los antecedentes bibliográficos nos indica que *N. crockeri* pertenece a la Clase Actinopterygii, Orden Scorpaeniformes, Suborden Cottoidei, y Familia Normanichthyidae, la cual presenta un solo género y una especie caracterizada por presentar escamas ctenoides, aleta pélvica con una espina y 5 radios, región cefálica sin calcificaciones o armaduras (Norman, 1938; Fowler, 1951; Greenwood, 1966; Ricker, 1973; Chirichigno, 1974; Nelson, 1984; Washington et al., 1984,1984a; Yabe, 1985; Pequeño, 1989; Eschmeyer, 1998; Chirichigno & Vélez, 1998; Chirichigno & Cornejo, 2001). Respecto a la ubicación taxonómica, los trabajos de Yabe & Uyeno (1996) y Smith & Wheeler (2004), indican que esta especie debiera estar separada del suborden Cottoidei, ya que no presenta las características propias de un miembro monofilectico de este taxón. *Normanichthys* es sin duda un taxón perteneciente al orden Scorpaeniforme, aunque sólo presenta una sinapomorfia de Cottoidei; conclusiones basadas en comparaciones de tipo osteológico, morfológico, histológico y secuenciación de ADN mitocondrial y nuclear.

Su distribución geográfica esta bien determinada siendo una especie endémica del Pacífico sur oriental, registrada desde Chimbote en Perú hasta Isla Mocha en Chile (9°S - 38°S) (Norman, 1938; Chirichigno, 1974; Bahamonde & Pequeño, 1975; Nelson, 1984; Pequeño, 1989; Pequeño, 1997; Chirichigno & Vélez, 1998; Matamala, 2004). Esta distribución ha sido comprobada por múltiples puntos de presencia con toma especímenes que ingresan a colecciones en museos de historia natural (Clark,

1937; Anon, 1999, 2000, 2001, 2002; biología marina 2004). Bacaladillo, mote o cochinilla son algunos de los nombres vernáculos que recibe esta especie en la costa chilena, mientras que en el Perú es conocido como camotillo (Chirichigno, 1974; Nelson, 1984; Chirichigno & Vélez, 1998; Pequeño, 1989; Chirichigno & Cornejo, 2001). En países de habla inglesa recibe el nombre de mote sculpin (Chirichigno & Cornejo, 2001).

El bacaladillo es catalogado como una especie marina que habita frecuentemente la zona pelágica nerítica de aguas frías y templadas (Chirichigno & Cornejo, 2001). Los hábitos alimenticios conocidos para ejemplares juveniles y adultos son el pastoreo a materia vegetal (fitoplancton) consumiendo principalmente algas verde-azules y diatomeas (e.g. *Anacystis quadruplicatum*, *Oscillatoria* sp., *Navicula* sp.). Adicionalmente, se ha reportado el consumo de zooplancton en especial copépodos (e.g. *Acartia tonsa*, *Calanus australis*, *Calanus chilensis*) (Nelson, 1984; Pequeño, 1989; Vegas & Pequeño, 1993). El nivel trófico alcanzado para esta especie derivado desde la composición de la dieta señala que está en un rango entre 2,20 a 2,79 (Vegas & Pequeño, 1993). Siguiendo con el tema de alimentación, pero ahora analizando la importancia que representa esta especie como recurso alimenticio potencial, podemos mencionar que el bacaladillo ha sido reportado como ítem alimentario del jurel (*Trachurus symmetricus*), merluza común (*Merluccius gayi*), róbalo (*Pinguipes chilensis*), merluza maltona peruana (*Merluccius gayi peruanus*), e incluso se presentan referencias de canibalismo (Kochina, 1983; Fuentes et al., 1989; Vegas & Pequeño, 1993; González & Oyarzún, 2003). En este contexto, Krautz (2003) en su trabajo sobre la dieta de eufausidos utilizando inmuno análisis señala a los huevos de esta especie como posible ítem presa.

La mayor cantidad de información de esta especie se centra en las primeras fases de vida (huevos y larvas), es así como tempranamente Balbontin & Pérez (1980) realizan una excelente descripción de los estados larvales en el área de Valparaíso. Luego, Washington et al. (1984a) también proveen algunas ilustraciones y una breve discusión de las características larvales; más recientemente Vélez et al. (2003)

detallan claramente el desarrollo larval incluyendo ahora la componente osteológica no incluida en trabajos anteriores. Estas nuevas descripciones están basadas en ejemplares colectados en aguas peruanas desde Bahía Independencia hasta Pisco. Dentro de las características larvales observadas se indica que son alargadas, de cuerpo moderadamente delgado, aletas pectorales pigmentadas, línea lateral bien definida; melanóforos sobre la línea lateral, tronco y cola; los melanoforos van disminuyendo de una cantidad mayor a 13 en los estados de preflexión a ninguno en el estado de flexión. Vélez et al. (2003) al comparar sus resultados con los obtenidos por Balbontin & Pérez (1980) indica que aparentemente no existen diferencias significativas entre individuos de Perú y Chile.

La abundancia y distribución espacio temporal de las primeras fases de vida de esta especie también ha centrado la atención de los investigadores. Es así como Ramírez (2002) entrega las primeras estimaciones para larvas y huevos en la zona centro-sur de Chile; aunque son estimaciones puntuales (Septiembre a Noviembre de 1996), estas dan cuenta de zonas de gran densidad tanto de huevos como de larvas en zonas de bahías y golfos en particular la Bahía de Concepción, Bahía de Coliumo y el sur del Golfo de Arauco. Las mayores densidades (huevos y larvas) se registran en aguas someras sobre los 15 m de profundidad y ligadas al sector costero (primeras 2 mn). Dicha distribución de huevos y larvas fueron verificadas más tarde por Hinostroza et al. (2005) incluyendo en este estudio información perteneciente a los años 2001 y 2002. Estos patrones espaciales de densidad de larvas y huevos son también identificados por Hernández-Miranda et al. (2003), en las localidades de El Quisco y Las Cruces (Chile Centro); estos autores indican que la abundancia de los ensambles larvales presentes en estas dos localidades, donde se incluye larvas de bacaladillo, presentan patrones de abundancia que aumentan en invierno – primavera (Julio – Octubre), son cercanos a cero durante el verano (Diciembre – Febrero) y con un claro aumento de la abundancia durante otoño. En Chile, los autores que han trabajado con estadios tempranos de *N. crockeri* (y otras especies pelágicas) concuerdan en que las máximas abundancias promedio (huevos y larvas) reportadas son coincidentes con periodos donde la intensidad de los vientos suroeste

se incrementa (Septiembre), lo que representa condiciones favorables para el transporte Ekman y/o desplazamientos costa afuera de aguas superficiales, con el consecuente influjo de aguas ricas en nutrientes cerca de la costa (surgencia), donde se reportan estas mayores densidades (Ramírez, 2002; Hinojosa et al., 2005, Hernández-Miranda et al., 2003).

En Perú, Vélez et al. (2005) realizan un trabajo puntual sobre las particularidades del ensamble larval presente en Bahía Independencia, dicho trabajo sugiere que esta bahía es una zona importante de desove y crianza de un buen número de peces marinos. La especie con mayor densidad observada en este estudio fue *N. crockeri* con 80% de frecuencia de ocurrencia en las muestras colectadas en aguas someras (10 m profundidad) y en un rango de temperatura entre los 13,5°C y 14,2°C. Las mayores densidades larvales de bacaladillo son observadas en primavera (Septiembre-Noviembre) con un máximo registro en Octubre (7.493 larvas por 100 m³), y al igual que en Chile, esta densidad disminuye a valores cercanos a cero durante el verano. Estos autores indican que las altas densidades larvales registradas en primavera para el bacaladillo son coincidentes tanto con la acumulación de zooplancton en la Bahía Independencia, como con los períodos de incremento de la surgencia en la zona.

En el contexto anterior, podemos destacar que *N. crockeri* en sus estados larvales prefiere zonas costeras (Bahía y Golfos) con poca profundidad (sobre 20 m) y sus máximas densidades larvales son concordantes con abundante alimento y los periodos de intensificación de la surgencia.

5.1.2. Machuelo o tritre (*Ethmidium maculatum*)

Para *E. maculatum* el análisis de los antecedentes bibliográficos nos indica que pertenece a la Clase Actinopterygii, Orden Clupeiformes, Suborden Clupeoidei, y familia Clupeidae. Sus caracteres morfológicos principales están dados por presentar

escudos elongados de color negro antes de la aleta dorsal y a lo largo del vientre, aletas dorsal y anal sin espinas, presencia de una muesca mediana en la mandíbula superior, un punto oscuro en la parte inferior del opérculo, con un máximo de 4 manchas oscuras laterales, y la aleta anal corta (Norman, 1938; Thompson, 1916; Whitehead & Bauchot, 1985; Whitehead, 1985; Chirichigno, 1974; Nelson, 1984; Pequeño, 1989; Sanches, 1989; Pequeño, 1997; Coppola et al., 1994; Eschmeyer, 1998; Chirichigno & Vélez, 1998; Chirichigno & Cornejo, 2001). Respecto a la ubicación taxonómica, los trabajos de Grande (1985) y Hanel & Novák (2001), mediante la inspección de registros fósiles y morfotipos de varias especies dentro de los Clupeiformes corroboran la descripción taxonómica de esta especie.

La distribución geográfica de *E. maculatum* esta bien determinada siendo una especie endémica del Pacífico sur oriental registrada desde el Golfo de Guayaquil en Ecuador hasta el sur de las costas del puerto de Talcahuano en Chile (0° - 37°S) (Norman, 1938; Chirichigno, 1974; Whitehead, 1985; Nelson, 1984; Pequeño, 1989; FAO, 1992; Pequeño, 1997; Chirichigno & Vélez, 1998; Wu et al., 1999; Chirichigno & Cornejo, 2001; Matamala, 2004). Esta distribución ha sido comprobada por múltiples puntos de presencia con toma de especímenes que ingresan a colecciones en museos de historia natural (Valenciennes, 1847; Clark, 1937; Bahamonde & Pequeño, 1975; Bearez, 1996; Hureau, 1991; Anon, 1999, 2000, 2000a, 2001, 2001a, 2002; Carl, 2003; Biología marina 2004). Machuelo, titre o machete son algunos de los nombres vernáculos que recibe esta especie en la costa chilena, mientras que en el Perú es conocido como machete, machetillo o machuelo radiante; y, en la costa del Ecuador es conocido como machuelo o espejuelo (Chirichigno, 1974; Nelson, 1984; Bearez, 1996; Chirichigno & Vélez, 1998; Pequeño, 1989; Chirichigno & Cornejo, 2001). En países de habla inglesa recibe el nombre de Pacific menhaden (Chirichigno & Cornejo, 2001).

El machuelo es catalogado como una especie marina que habita frecuentemente la zona pelágica nerítica de aguas frías y templadas frías (Chirichigno & Cornejo, 2001). Los hábitos alimenticios conocidos para ejemplares juveniles y adultos son de tipo

filtrador de materia vegetal (fitoplancton) consumiendo principalmente diatomeas y dinoflagelados (e.g. diatomeas); ocasionalmente se ha reportado el consumo de zooplancton en especial copépodos (Rojas de Mendiola, 1966; Nelson, 1984; Whitehead & Bauchot, 1985; Whitehead, 1985; Pequeño, 1989; Espino et al., 1989; Vegas & Pequeño, 1993). El nivel trófico alcanzado para esta especie derivado desde la composición de la dieta está en un rango entre 2,0 y 2,2 (Rojas de Mendiola, 1966; Whitehead, 1985). *E. maculatum* también presenta gran importancia para otras especies ya que se constituye en un recurso alimenticio potencial; podemos mencionar que el machuelo ha sido reportado como ítem alimentario del jurel (*Trachurus symmetricus*), merluza común (*Merluccius gayi*), róbalo (*Pinguipes chilensis*), merluza maltona peruana (*Merluccius gayi peruanus*) (Kochina, 1983, Fuentes et al., 1989, Vegas & Pequeño, 1993).

Respecto al conocimiento de las primeras fases de vida (huevos y larvas) que se tiene del machuelo, se destacan sólo informaciones realizadas tempranamente concernientes a descripciones de huevos y larvas (Orellana, 1981; Orellana & Balbontin, 1983; Pérez, 1978; Herrera et al., 1987). Dentro de estas descripciones se resalta el trabajo por Herrera et al. (1987) donde entregan una excelente descripción de huevos y primeras fases larvales en el área central de Chile. Los huevos del machuelo presentan un corion delgado y liso, con poco espacio perivitelino y ausencia de gota oleosa. Las larvas por su parte, son morfológicamente semejante a las de otros clupeiformes, miden entre 3,7 y 3,9 mm de longitud notocordal, presentan numerosos melanoforos desde la región cefálica a la caudal, sin observarse melanóforos en la región ventral. Por otro lado, se destaca en literatura que el machuelo pone huevos demersales (Whitehead, 1985), sin embargo, en el trabajo de Herrera et al. (1987) después de revisar un importante número de muestras, descartan totalmente esta alternativa ya que la totalidad de huevos por ellos recolectados fueron pelágicos de aguas someras y zonas cercanas a la costa.

5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Caracterizar la flota pesquera dedicada a la captura de ambos recursos, en la zona de estudio.

5.2.1. Caracterización de la flota

Se aplicó la encuesta a 27 embarcaciones de San Antonio, 17 de Talcahuano-San Vicente, 13 de Coronel, 13 de Lota, y 12 de Valdivia, totalizando 82 embarcaciones. Se destaca que no todas las características solicitadas en la encuesta fueron respondidas por los entrevistados, aspecto que no se logró completar para la preparación de los informes Pre-final y Final, tal como se había comprometido en el Informe de Avance, razón por la cual, los resultados que se presentan en esta sección corresponden a los entregados en este último informe.

De las 18 variables registradas en las encuestas, sólo se trabajó con 16 (capacidad de bodega, tonelaje de registro grueso, eslora, manga, puntal, año de construcción, capacidad de combustible, velocidad máxima y de crucero, número de acomodaciones y tripulantes, rendimiento motor, y dimensiones de la red: largo, altura y número de paños), descartándose del análisis las variables tonelaje de registro neto y capacidad de agua. La primera de estas variables fue descartada debido a que sólo fue registrada en el 28% de las encuestas, mientras que la segunda no fue considerada relevante. De las variables analizadas, 13 fueron registradas por sobre el 90% de las encuestas, a excepción de la capacidad de bodega (57%), año de construcción (76%) y alto de la red (81%).

De acuerdo con la definición y clasificación de artes de pesca de FAO, la flota utiliza red de cerco de jareta operada por una embarcación con embarcación auxiliar (clasificación PS1). Se utiliza una jareta en la parte inferior de la red, la que permite cerrarla como una bolsa para retener los peces capturados (Fig. 6). Se trata de redes de superficie en las que la relinga superior está sostenida por flotadores.

Por lo general, todas las embarcaciones artesanales más relacionadas con la actividad extractiva de bacaladillo y machuelo, no sobrepasan los 18 m de eslora, se caracterizan por tener el puente a proa, y operan la red de cerco por popa (Fig. 7).

5.2.2. Características generales y geométricas

Entre las características generales, se analizó el año de construcción, número de acomodaciones, y entre las geométricas la eslora (m), manga máxima (m), puntal de construcción (m), tonelaje de registro grueso (ton).

Existe una gran fracción de embarcaciones construidas en la década del 2000, seguidas por aquellas de la década de los 80 y 90. La poca frecuencia de embarcaciones con más de 30 años es señal de que estas se han re-acondicionado en años recientes (Figura 8). En cuanto al número de acomodaciones, la gran mayoría posee entre 9 y 10 plazas.

En cuanto a las características geométricas, la gran mayoría de las embarcaciones tiene una eslora entre 16 y 18 m, con una manga de 5 a 7 m, un puntal entre 2,5 y 3,0 m, y tonelaje de registro grueso de 40 a 50 toneladas (Figura 8).

5.2.3. Características funcionales

Dentro de las características funcionales se utilizó la capacidad de bodega (m^3), la capacidad de combustible (litros), la velocidad máxima (nudos), la velocidad de crucero (nudos), la potencia del motor (HP), y el consumo de combustible (litros por hora) (Fig. 9).

La capacidad de bodega fluctuó entre 12 y 95 m^3 , con una mayor frecuencia entre 60 y 80 m^3 . La capacidad de combustible, fluctuó entre 30 y 16.000 litros y con mayor

frecuencia entre 2.000 y 5.000 litros (mediana = 3.200 litros). La velocidad máxima de las embarcaciones ocurrió entre 6 y 10 nudos (mediana = 9 nudos), mientras que la velocidad crucero fluctuó entre 5 y 10 nudos, con una mediana de 8 nudos y mayor frecuencia entre 7 y 9 nudos. La potencia del motor principal fluctuó entre 25 y 1800 HP, con una mediana de 400 HP. Por último, el rendimiento del combustible presentó una mediana de 50 litros por hora, y la frecuencia arrojó dos grupos, con la mayor frecuencia entre 35 y 65 litros por hora (Fig. 9).

5.2.4. Características operacionales

Las características operacionales se resumen en términos del número de tripulantes, dimensiones de la red (largo y altura, en brazas), y número de paños. El número de tripulantes fluctúa entre 6 y 12 (mediana = 10), con una mayor frecuencia entre 9 y 10. Las dimensiones de la red está constituida por largos de entre 50 y 450 brazas (mediana = 245 brazas), con una mayor frecuencia entre 200 y 300 brazas. La altura de la red presentó una mayor frecuencia entre 25 y 30 brazas, en un rango amplio (10 – 40) con una mediana de 30 brazas. Por otra parte, el número de paños que conforman la red es amplio, pero con una mayor frecuencia en 8 y 14 (Fig. 10).

5.2.5. Relaciones entre variables

Las relaciones bi-variadas entre variables geométricas se muestran en la Figura 11. Se observa una relación lineal entre la manga y la eslora, del tipo potencial entre el puntal y la eslora, y entre el tonelaje de registro grueso y la eslora. La relación entre la manga y el tonelaje de registro grueso es lineal, como también entre el puntal y el tonelaje de registro grueso. Finalmente, la relación entre la manga y el puntal es no lineal, del tipo potencial negativa.

Las relaciones entre las características funcionales se muestran en la Figura 12. Se observa una relación que podría ser del tipo potencial entre la capacidad de combustible y la capacidad de bodega, mientras que la velocidad máxima y la velocidad crucero no muestran relación alguna con la capacidad de bodega de las embarcaciones. La potencia del motor principal presenta una relación no-lineal con la capacidad de bodega, mientras que el rendimiento del motor parece ser función aproximadamente lineal con la capacidad de bodega. Finalmente, entre la velocidad máxima y el rendimiento del motor no hay relación alguna.

5.2.6. Estratificación de las flotas artesanales

De acuerdo con la caracterización de la flota, la gran mayoría de las embarcaciones artesanales comprende el estrato entre 16 y 18 m de eslora, y que tienen una capacidad de bodega entre 60 y 80 m³. En este contexto, y para los fines de estratificar la flota artesanal se utilizará por convención embarcaciones menores de 12 m, y mayores a 12 m. Se destaca que la gran mayoría de las embarcaciones menores a 12 m opera con red de cerco del tipo bolinche, la que es operada manualmente, y por consiguiente podría afectar el rendimiento de pesca de las mismas.

5.2.7. Régimen de operación

En la pesquería del bacaladillo y tritre de la zona centro-sur, tradicionalmente los principales puertos de operación de la flota han sido San Antonio, Tomé, Talcahuano, San Vicente, Coronel, y Valdivia, que coinciden con el régimen operacional de los recursos objetivos sardina común y anchoveta. Las embarcaciones realizan una salida de pesca por día durante el periodo estival.

La estacionalidad del esfuerzo de pesca, en términos de viajes con pesca dirigidos a cualquiera de las dos especies, y de las capturas se muestra en la Figura 13, en el periodo 2004-2006. Se observa que la pesquería concentra su esfuerzo de pesca en los puertos de San Vicente, Coronel y Talcahuano, con 96,4 % del esfuerzo de pesca y 97,4 % de las capturas (Fig. 14), principalmente entre los meses de Febrero a mayo, y secundariamente en Septiembre y Octubre (Fig. 13). En San Antonio, la flota opera según un régimen estacional con una mayor concentración del esfuerzo durante los meses de Diciembre y Enero, con una estacionalidad similar a la de Valdivia (Fig. 14).

5.2.8. Tamaño de la flota y operación

De acuerdo con los registros oficiales de SERNAPESCA, para el periodo 2004-2006, en San Antonio han operado entre 3 y 14 embarcaciones, similar a la flota de Tomé donde operan 13 lanchas (Tabla 5). Le sigue en importancia la flota de Valdivia, donde han operado entre 18 y 25 embarcaciones en la pesquería de machuelo y bacaladillo. Esto contrasta fuertemente con el tamaño y operación de la flota en Coronel, San Vicente, y Talcahuano, donde se concentra el mayor número de embarcaciones y del esfuerzo de pesca desplegado. No obstante, los rendimientos nominales anuales son de magnitud similar debido a que la flota de lanchas artesanales se puede considerar relativamente homogénea.

5.3. OBJETIVO ESPECIFICO 3

Estimar la captura, esfuerzo pesquero estandarizado y rendimientos de pesca, por especie, para las principales zonas o áreas de extracción, y su variación temporal.

5.3.1. Fuentes de información

Información del desembarque y encuestas

El registro del desembarque oficial no fue obtenido directamente en las oficinas del Sernapesca en los puntos de muestreo seleccionados, sino que indirectamente a través de la Subsecretaría de Pesca (Subpesca), de tal manera que se aseguró una base de datos estandarizada.

Respecto de la información derivada de la aplicación de encuestas en los puertos de desembarque, se debe señalar que esta fue una labor difícil de desarrollar, ya que tal como se expuso en las observaciones respecto a la metodología propuesta, existió temor por parte de los patrones o armadores artesanales en entregar información real del desembarque por especie, ante la posibilidad de posteriores sanciones. No obstante, se logró cubrir parte de la actividad de la flota cequera en los siguientes puertos y meses:

- San Antonio: Marzo a Septiembre de 2006 y (569 encuestas).
- Talcahuano-San Vicente: Febrero a Abril y Octubre de 2006 (89 encuestas).
- Coronel: Febrero a Abril y Julio de 2006 (101 encuestas).
- Lota: Septiembre a Octubre de 2006 (18 encuestas).
- Valdivia: Noviembre y Diciembre de 2005, Febrero a Mayo de 2006, Julio a Septiembre y Noviembre de 2006 (319 encuestas).

Adicionalmente, gracias a una pesca de investigación que realizó la Universidad de Concepción en la localidad de Coronel durante los meses de Abril y Mayo de 2006, se logró incrementar en 103 el número de encuestas en el desembarque.

Información a bordo de embarcaciones

Según lo señalado en la propuesta técnica, se comprometió un total de 6 embarques trimestrales por puerto de desembarque a fin de cubrir las estaciones de invierno y primavera de 2005, y verano y otoño de 2006. Sin embargo, dado que la fecha de inicio del proyecto fue el 1 de Noviembre, las estaciones que podrían ser cubiertas son primavera de 2005, y verano, otoño e invierno de 2006.

Uno de los objetivos de las reuniones sostenidas con patrones y armadores de embarcaciones artesanales al inicio del proyecto, fue comprometer su participación en el registro de información a bordo de embarcaciones cerqueras artesanales, permitiendo el embarque de personal técnico suscrito al proyecto. Sin embargo, y a pesar de este procedimiento, se falló en el logro de los lances comprometidos para los primeros 6 meses de desarrollo del proyecto (6 salidas por trimestre), en la mayoría de los puertos de desembarque, a excepción de Coronel-Lota donde la ejecución de una pesca de investigación permitió superar con creces los embarques comprometidos en la propuesta técnica original, y cubriendo incluso el aumento en el número de embarques solicitados por los evaluadores de la propuesta técnica. En el caso de San Antonio se efectuó 2 embarques a bordo de un bote artesanal para poder registrar información, ante la imposibilidad de efectuar embarques en lanchas artesanales; en Valdivia también fue necesario realizar un embarque en bote para disponer de muestras biológicas. En la Tabla 6 se señala el número de embarques efectuados por mes y puertos de desembarque.

5.3.2. Esfuerzo y rendimiento de pesca

Información derivada del Servicio Nacional de Pesca

Se utilizó datos solicitados al Servicio Nacional de Pesca para el periodo Enero de 2004 – Junio de 2006, en los que se registró el nombre de la embarcación, puerto de desembarque, fecha de zarpe y recalada, y la captura. El Servicio Nacional de Pesca envió los datos haciendo referencia a bacaladillo o machuelo, de tal manera que el análisis se realiza conjuntamente.

La única medida de esfuerzo de pesca que pueden ser rescatadas de los datos oficiales corresponde a los viajes con pesca, que corresponde al número de días en que una embarcación recalca con pesca. El rendimiento se expresó en toneladas por días con pesca. A su vez, y con el objeto de realizar un análisis espacio-temporal, y debido a que las flotas artesanales no se les está permitido operar fuera de la región, se contempló las regiones V, VIII y X como estratos espaciales. Por otra parte, considerando que en la VIII Región se diferencian las zonas de Talcahuano, Tomé, San Vicente y Coronel, se realiza un análisis considerando estos puertos de desembarque.

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

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

Y_{ijk} = Rendimiento o captura por unidad de esfuerzo nominal (ton/vcp)

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.

El rendimiento de pesca por puerto de desembarque se muestra en la Figura 15, observándose la dispersión de las tasas de captura. Al respecto, la distribución de frecuencia de los registros disponibles no sigue una distribución normal (Fig. 16), más bien del tipo log-normal o gamma. Aspecto que se debe tener en cuenta en el proceso de estandarización con modelos lineales generalizados.

Al considerar un error log-normal, en un Modelo Lineal Generalizado con variables fijas asociadas a los años, mes y puertos de desembarque, se observa que los residuos no se distribuyen adecuadamente, explicando el modelo sólo una fracción menor de los datos. En efecto, los rendimientos más bajos y más altos logrados por la flota no son bien capturados por un modelo con esta estructura de error (Fig. 17). La Devianza residual por este modelo es de 27.271 (Devianza nula = 33.263). Por el contrario, al considerar una Familia Gamma y enlace log, el modelo anterior describe mejor la variabilidad de los datos de rendimiento (Fig. 18). La Devianza nula es de 23.473, y la residual es de 20.455. El parámetro de dispersión de la familia Gamma fue 0,821.

Los coeficientes resultantes de este modelo se presentan en la Tabla 7, observándose cambios significativos en los años respecto del 2003, así como en los meses respecto de Enero, y en los puertos de desembarque respecto de Coronel. En consecuencia, los coeficientes están en relación a dichos factores, y por lo tanto las tasas de captura.

La contribución parcial de estos factores explican satisfactoriamente las tasas de captura de machuelo o bacaladillo. Al respecto, se observa un incremento significativo en la captura por unidad de esfuerzo desde el 2004 al 2006 (Fig. 19).

Información derivada de la aplicación de encuestas

La información combinada de las encuestas, muestreos biológicos específicos en tierra y a bordo, así como de pescas de investigación ($n = 1.095$), sugiere que en el periodo comprendido entre Noviembre de 2005 y Octubre de 2006, la composición de la captura estuvo representada por anchoveta y sardina común, seguida de otras especies en la que destaca la jibia (Fig. 20). La contribución de mote y tritre fue marginal y menor al 0,2% del total.

Al disgregar la información por puerto de desembarque, se observa que en San Antonio las capturas fueron dominadas por anchoveta (53,76%) y otras especies (45,91%). En este puerto no se detectó sardina común, y la contribución de mote y tritre fue menor al 0,3% (Fig. 21).

En Talcahuano, en la captura dominó la anchoveta con 67,98% seguido por sardina común (26,09%) y otras especies (5,22%). No se detectó tritre, y el mote sólo contribuyó con 0,72%.

En Coronel, el aporte declarado de anchoveta y sardina común correspondió al 2,67% y 9,83%, respectivamente; mientras que el 87,41% del desembarque fue informada sin especificar diferencia entre sardina común y anchoveta. En este puerto el aporte de mote y tritre fue despreciable, 0,07% y 0,03%, respectivamente.

Finalmente, la información levantada en Valdivia indica que los mayores desembarques correspondieron a sardina común (72%) y anchoveta (24,32%); no se detectó mote, y el aporte de machuelo fue 0,01%.

Estacionalmente, la anchoveta y sardina común dominan en las capturas, seguidas por otras especies que contribuyeron principalmente con importancia entre Marzo y Junio de 2006. Se observa que la contribución de mote y tritre es marginal (Fig. 22).

La información que se obtuvo de las encuestas, muestreos y pesca de investigación demuestra que la incidencia de mote y tritre es más bien marginal. Poco se puede hacer con este tipo de información en términos de analizar la captura por unidad de esfuerzo y esfuerzo de pesca, ya que no son especies objetivos para la flota de cerco artesanal que opera en la V-X Región. Si bien, no se realizó una validación cruzada con la información reportada al Servicio Nacional de Pesca, se piensa que existe sobrerreporte de captura de mote y tritre en la región. Esta práctica estaría asociada al término de las cuotas individuales que posee cada armador. En consecuencia, los resultados que se exponen a continuación, basada en información oficial, podría estar fuertemente sesgado por esta práctica de los pescadores.

5.4. OBJETIVO ESPECIFICO 4

Determinar la composición de tallas, peso y edad, según sexo, por especie, de los desembarques.

5.4.1. Estructura de tamaños

Bacaladillo Coronel-Lota

La distribución global de frecuencias de tamaño durante todo el estudio fue unimodal y levemente sesgada hacia las tallas menores, con una moda de 6,5 cm (Fig. 23a) y un rango de 5,0 a 11,5 cm. Los machos presentaron el mismo patrón ya mencionado, pero alcanzando tamaños máximos dentro de la clase de talla de 11,0 cm (Fig. 23b). Por otro lado, las hembras presentaron una distribución levemente bimodal, con una moda entre 6,5 y 7,0 cm, y otra a los 8,5 cm. El tamaño máximo estuvo en la clase de talla de 11,5 cm (Fig. 23c).

La evolución mensual de la estructura de tallas global durante el 2005 mostró una moda de 7 a 8 cm, entre Julio y Octubre, disminuyendo a 6,5 en Noviembre (aunque con un rango de 5 a 10,5 cm), finalmente apareciendo durante Diciembre una moda de 5 cm y otra más abundante de entre 9 y 10 cm (Fig. 24). Por otro lado, durante el 2006 la moda principal estuvo entre 6 a 7 cm durante todo el año, excepto en Abril, donde la moda principal fue de 9,5 cm y una moda secundaria de 6 cm (Fig. 24).

La distribución de frecuencia de los machos durante el 2005 (Fig. 25) fue semejante a la global (Fig. 24), guardando algunas diferencias, como por ejemplo, durante Diciembre presentó una distribución unimodal con moda de 9,0 cm. Durante Marzo y Julio del 2006 la moda se encontró entre 7 y 8 cm, siendo alrededor de 9,5 cm solamente en Abril. En cuanto a las hembras, durante el 2005 tuvieron una baja incidencia en los meses de Septiembre y Octubre con un rango de tamaños entre 7 a 8 cm. En Noviembre hubo dos modas, una principal de 6,5 cm y una secundaria de 8,5 cm, mientras que en Diciembre la moda principal fue de 9,5 cm y no se

registraron ejemplares menores a 8,5 cm. De Marzo a Julio del 2006 la moda se observó entre 7 a 8 cm, encontrándose ejemplares de 11 cm solamente en Abril (Fig. 26).

Bacaladillo Talcahuano – San Vicente

En esta zona la distribución de frecuencias de talla global fue unimodal y simétrica, con una moda principal de 8,5 cm (Fig. 27a). Por otro lado la estructura de tamaños de machos fue bimodal y sesgada hacia los tamaños mayores, con la moda principal de 8,5 cm y la secundaria de 6,0 cm. En el caso de las hembras, la distribución también fue sesgada hacia las tallas mayores, con una moda de 9,0 cm y otras secundarias poco notorias de 7,0 y 8,0 cm (Fig. 27). La estructura de tamaños global por mes resultó en general en distribuciones unimodales, las que durante el 2005 tuvieron modas de 7,5, 6,5 y 8,5 cm durante Junio, Septiembre y Noviembre. La misma estructura unimodal fue observada durante los meses del 2006 en que se obtuvo muestra, siendo la moda de 7,5 cm en Febrero y de 8,5 a 9,0 en Noviembre (Fig. 28). Al considerar solamente los machos, durante el 2005 se encontraron modas de entre 6 a 7 cm en Septiembre y 8,5 cm en Noviembre. En el año 2006 no se encontraron individuos menores a 7 cm, siendo la moda 7,5 cm Febrero y 8,5 cm en Noviembre (Fig. 29). En el caso de las hembras, durante Septiembre del 2005 se registró una moda principal pequeña (6,5 cm) en comparación con los otros meses. El resto de los meses muestreados en el 2005 y 2006 tuvieron tallas mayores con modas de entre 7,5 a 9,0 cm (Fig. 30).

Bacaladillo San Antonio

En esta localidad se obtuvo muestras para el mes de Marzo del 2006 (n = 468). La distribución de frecuencias de tamaño mostró una moda entre 5,0 y 6,0 cm, con un rango de tallas que abarcó las clases de 3,5 a 7,5 cm (Fig. 31).

Machuelo Corral

La distribución de tallas global abarcó el rango de 20 a 44 cm de longitud total y estuvo sesgada hacia las tallas mayores. Las modas principales fueron de 35 y 38 cm (Fig. 32a). En el caso de machos y hembras, la distribución de tallas tuvo también estuvo sesgada hacia los tamaños mayores (Fig. 32b y c), pero la clase de tamaño más pequeña fue 24 cm en machos y 25 cm en hembras. Además, en machos la moda principal fue 38 cm y la secundaria 32 cm (Fig. 32b), mientras que en hembras fue 38 y 28 cm respectivamente (Fig. 32c).

Los cambios temporales de la estructura de talla fue muy marcada, ya que los tamaños menores se capturaron en gran cantidad solo en Diciembre del 2005 (Fig. 33a), siendo poco representados en los otros meses. La moda de mayor tamaño fue 38 cm en los meses de Mayo, Julio, Agosto y Octubre del 2006 (Fig. 33). La distribución de frecuencias de talla para machos y hembras fue similar mes a mes (Figuras 34 y 35) y mostró la misma forma que la distribución global (Fig. 33).

Machuelo Lota – Coronel

La distribución de frecuencias de talla en esta zona presentó una estructura bimodal, con una moda a los 16 cm y otra a los 23 cm (Fig. 36a). En los machos fue más notoria una moda a los 23 cm (Fig.36b) al igual que en el caso de las hembras, sin embargo, en estas últimas también se pueden apreciar otras dos modas una de 16 cm y otra de 31 cm (Fig. 36c).

La estructura de tamaño global en los distintos meses fue diferente, encontrándose individuos de la moda 16 cm solamente en Agosto del 2005 y en Septiembre del 2006 (Fig. 37). Por otro lado, la moda 23 cm estuvo representada casi exclusivamente por el mes de Septiembre del 2006 (Fig. 37e). Por otro lado, los pocos ejemplares mayores a 36 cm fueron capturados solamente en Octubre del 2005 (Fig. 37b).

Machuelo Talcahuano - San Vicente

La estructura de talla global presenta una distribución con moda principal a los 16 cm y otra secundaria y poco representada a los 38-40 cm (Fig. 38). Al comparar lo anterior con la Figura 39a se puede ver que los ejemplares de Septiembre del 2005 representan casi la totalidad de los datos obtenidos en Talcahuano-San Vicente, presentando prácticamente la misma distribución que la figura anterior. Para este mismo mes, la estructura de tallas de las hembras fue similar al total (Fig. 39b).

5.4.2. Estructura de edades

La estructura de edades de bacaladillo y machuelo en el desembarque, se construyó sobre la base de la estructura de tamaños presentada en el numeral 5.4.1., y la clave talla-edad determinada en el Objetivo Específico N° 5. Para todos los casos, las estructuras de edades por área geográfica, sexo y mensual, se calculó para tamaños muestrales mayores a 100 individuos.

Bacaladillo Coronel-Lota

La distribución global de frecuencias de edades para todo el periodo de estudio fue unimodal y compuesta por 5 grupos de edad (Fig. 40), con moda en el grupo de edad 1 (55,4%). Tanto en machos como en hembras, el grupo de edad 1 constituyó la moda más importante, 56,9% y 49,9%, respectivamente. Los grupos de edad 3 y 4 fueron más frecuentes en hembras que en machos.

La evolución temporal de la estructura de edades se observa en la Figura 41. En noviembre de 2005 el grupo de edad 1 dio cuenta del 60,1% de los individuos analizados (n=935), seguido en importancia por los grupos de edad 2 (21,9%) y 0 (16,8%); no se detectó individuos en el grupo de edad 4. En diciembre de 2005 (n=239), el grupo de edad 2 fue el más importante (63,6%), seguido por los grupos

de edad 1 (18,0%) y 3 (12,9%); mientras que el aporte de los grupos de edad 0 (4,9%) y 4 (0,7%) fue bajo o marginal.

En marzo de 2006 (n=503) vuelve a ser relevante el grupo de edad 1 (69,1%), seguido por el grupo de edad 0 (23,6%); el aporte del grupo 2 fue bajo (6,9%), y el grupo 3 fue marginal (0,4%); no se detectó individuos en el grupo de edad 4. En abril de 2006 (n=222) aumentaron los grupos de edad 2 (49,3%) y 3 (15,8%), disminuyendo los grupos 1 (29,9%) y 0 (3,2%); el grupo de edad 4 representó el 1,8% de las frecuencias. En mayo de 2006 (n=400) los grupos de edad 0 y 1 fueron los más importantes, con frecuencias iguales a 44,3% y 50,5%, respectivamente; el grupo de edad 2 dio cuenta del 5,2% y el grupo 3 aportó marginalmente con un 0,1%; no se detectó individuos en el grupo de edad 4. En junio de 2006 (n=952) el grupo de edad 1 fue el más significativo (62,0%), seguido por el grupo 0 (31,9%); el grupo de edad 2 dio cuenta del 6,0% y el grupo 3 aportó marginalmente con un 0,1%; no se detectó individuos en el grupo de edad 4. Finalmente, en julio de 2006 (n=680) se invierte el orden de importancia de los grupos principales, el grupo de edad 0 dio cuenta del 63,0%, y el grupo 1 el 35,2%; el aporte de los grupos 2 y 3 fue marginal (1,7% y 0,1%, respectivamente); no se detectó individuos en el grupo de edad 4.

Bacaladillo Talcahuano – San Vicente

La distribución global de frecuencias de edades para todo el periodo de estudio fue unimodal y compuesta por 5 grupos de edad (Fig. 42), con moda en el grupo de edad 1 (56,5%). Tanto en machos como en hembras, el grupo de edad 1 constituyó la moda más importante, 50,5% y 41,6%, respectivamente. Los grupos de edad 3 y 4 fueron más frecuentes en hembras que en machos.

La evolución temporal de la estructura de edades se observa en la Figura 43. En junio de 2005 el grupo de edad 1 dio cuenta del 77,5% de los individuos analizados (n=100), seguido en importancia por los grupos de edad 2 (14,6%) y 0 (7,7%), mientras que el aporte del grupo 3 fue marginal (0,1%); no se detectó individuos en el

grupo de edad 4. En noviembre de 2005 (n=193), el grupo de edad 2 fue el más importante (52,4%), seguido por los grupos de edad 1 (39,0%) y 3 (8,2%); mientras que el aporte de los grupos de edad 0 y 4 fue marginal, ambos con 0,2%.

En febrero de 2006 (n=186) el grupo de edad 1 fue el más relevante (80,5%); secundariamente se presentaron los grupos 0 y 2, con 8,8% y 9,9%, respectivamente; marginalmente se detectó el grupo 3 (0,8%); no se detectó individuos en el grupo de edad 4. En noviembre de 2006 (n=151) los grupos de edad 1 (46,8%) y 2 (48,1%), fueron igualmente significativos; el aporte del grupo 3 fue bajo (4,0%), mientras que los grupos 0 (0,8%) y 4 (0,3%) fue marginal.

Bacaladillo San Antonio

La distribución global de frecuencias de edades para el único mes donde fue posible obtener muestras (marzo 2006, n=872), estuvo compuesta casi exclusivamente por el grupo de edad 0 (89,1%); el grupo de edad 1 representó el 10,8%, y el grupo 2 se presentó marginalmente (0,15) (Fig. 44).

Machuelo Corral

La distribución global de frecuencias de edades para todo el periodo de estudio fue unimodal y compuesta por 8 grupos de edad (Fig. 45), con moda en el grupo de edad 3 (33,0%), seguida en importancia por el grupo 4 (23,5%). Tanto en machos como en hembras, el grupo de edad 4 constituyó la moda más importante, 34,3% y 31,7%, respectivamente; seguido en ambos sexos por el grupo 3 (28,8% en machos y 29,2% en hembras). No se observó una mayor frecuencia de individuos de edades mayores en machos y hembras.

La evolución temporal de la estructura de edades se observa en la Figura 46. En diciembre de 2005 (n=145) el grupo de edad 1 dio cuenta del 74,4% de los individuos

analizados, seguido en importancia por el grupo 2 (25,4%); el aporte del grupo 3 fue marginal (0,1%), y no se detectó individuos en los grupos de edad 0, 4, 5, 6 y 7.

En mayo de 2006 (n=576) los grupos de edad 3 (41,9%) y 4 (30,0%) fueron los más importantes, y secundariamente los grupos 2 (12,3%) y 5 (11,9%); marginalmente se observaron los grupos 1 (1,6%), 6 (1,9%) y 7 (0,4%); no se detectó individuos en el grupo de edad 0. En octubre de 2006 (n=168) los grupos de edad 3 (33,3%) y 4 (26,9%) fueron nuevamente los más importantes, y secundariamente los grupos 2 (20,3%), 1 (9,4%) y 5 (8,1%); marginalmente se observaron los grupos 6 (1,3%) y 7 (0,6%); no se detectó individuos en el grupo de edad 0.

Machuelo Lota-Coronel

La distribución global de frecuencias de edades para todo el periodo de estudio fue unimodal y compuesta por 6 grupos de edad (Fig. 47), con moda en el grupo de edad 1 (51,9%), seguida en importancia por el grupo 0 (38,7%). Tanto en machos como en hembras, el grupo de edad 1 constituyó la moda más importante, 73,9% y 67,0%, respectivamente; seguido en ambos sexos por el grupo 0 (19,2% en machos y 20,8% en hembras). No se observó una mayor frecuencia de individuos de edades mayores en machos y hembras.

La evolución temporal de la estructura de edades se observa en la Figura 48. En agosto de 2005 (n=158) el grupo de edad 0 fue el único presente, dando cuenta del 100% de los individuos analizados.

En septiembre de 2006 (n=187) el grupo de edad 0 representó el 41,2% de los individuos analizados, seguido por los grupos 1 (36,2%) y 2 (22,1%); el aporte del grupo 3 fue poco significativo (0,5%); no se detectó individuos en los grupos de edad 4, 5, 6 y 7. En octubre de 2006 (n=319) el grupo de edad 1 fue el más importante (89,3%), y con un bajo aporte se presentaron los grupos 0 (8,8%) y 2 (1,9%); no se detectó individuos en los grupos de edad 3, 4, 5, 6 y 7.

5.4.3. Relación Longitud-Peso

Bacaladillo

En general el modelo potencial mostró buenos ajustes con valores de r^2 superiores a 0,9 en todos los casos, excepto para San Antonio ($r^2 = 0,69$). La relación global peso total (PT) vs. longitud total (LT) de las localidades de Lota-Coronel y Talcahuano-San Vicente, presentaron valores de sus parámetros similares (Fig. 49 y 50), excepto San Antonio (Fig. 51) que presentó un valor de b mayor, lo que probablemente es un artefacto debido a que los ejemplares obtenidos en San Antonio se restringieron a un rango más estrecho de longitud.

Las curvas mensuales en la zona de Lota-Coronel presentaron valores de b entre 2,8 y 3,4 aproximadamente (Fig. 52). Los valores bajos son atribuibles a la dispersión (Fig. 52c) o a un rango de tallas estrecho (Fig. 52f), como también a una posible condición fisiológica más baja que en los otros meses. En tanto que las curvas para la zona de Talcahuano-San Vicente, a pesar de los diferentes rangos de talla el parámetro b , se encontró entre 3,2 y 3,4, excepto para el mes de Septiembre del 2005 que fue 2,93 (Fig. 53).

Machuelo

Las curvas potenciales ajustadas mostraron en general ajustes con valores de r^2 superiores a 0,9, excepto en algunos pocos casos con valores de r^2 entre 0,8 y 0,9. La relación peso total (PT) vs. longitud total (LT) para Corral tanto en forma global (Fig. 54a), como para machos (Fig. 54b) y hembras (Fig. 54c) presentaron altos ajustes ($r^2 > 0,9$) y valores del parámetro b cercanos a 3. Para Lota-Coronel el valor de b fue un poco mayor, 3,27 en forma global (Fig. 55a), 3,11 para machos (Fig. 55b) y 3,11 para hembras (Fig. 55c). Finalmente, para Talcahuano-San Vicente el modelo presentó valores similares a Lota-Coronel ($b = 3,14$, Fig. 56). Cabe destacar que para

esta última localidad no se encontraron individuos de tallas intermedias, sino sólo de los tamaños extremos.

Las curvas mensuales en la zona de Corral (Fig. 57) presentaron valores de b con alta variabilidad entre meses, a pesar de tener rangos de talla comparables (excepto Diciembre del 2005). El menor valor de b fue 2,48 en Septiembre del 2006 (Fig. 57f) y el más alto 3,18 en Julio del 2006 (Fig. 57d). En Lota-Coronel los únicos meses comparables debido a su similitud en el rango de tamaño encontrado son Septiembre y Octubre del 2006, los que además tienen valores de $b = 3,2$ (Fig. 58 c y d).

5.5. OBJETIVO ESPECIFICO 5

Determinar la estructura de edad de la captura y sus principales parámetros de crecimiento de las especies en el área de estudio.

5.5.1. Bacaladillo o mote (*Normanichthys crockeri*)

En la Figura 59 se presenta la distribución de frecuencia en longitud de los individuos de bacaladillo a los que se les estimó la edad, la longitud total fluctuó entre los 4 y 11,5 cm. Los parámetros de la relación longitud-peso estimados son $a=0,00264$ (0,00013) g y $b=3,478$ (0,0229) g/cm (Fig. 60), donde estadísticamente el parámetro b es igual a tres.

La distribución de frecuencia del peso del otolito se presentó multimodal (Fig. 61). Al relacionar el peso del otolito con la longitud del pez, se ajustó el modelo de von Bertalanffy (Fig. 62), de cumplirse el supuesto que el peso del otolito esta directamente relacionada con la edad, ya se tendría una estimación del parámetro L_{∞} , siendo este de 12,94 cm.

La clave talla edad se presenta en la Tabla 8 y la estructura de edad en la Figura 63, la estructura se compone de 5 grupos de edad presente en las capturas y aporta con mayor número el grupo de edad I y en segundo lugar el grupo de edad II. Esta estructura general es similar entre machos y hembras (Fig. 64), aunque en estas últimas, los grupos de edad III y IV aumentaron su frecuencia de ocurrencia en más del doble, respecto de lo observado en machos.

Los parámetros de crecimiento para la especie son $L_{\infty}=12,94$ cm (e.e.=0,3104), $K=0,347\text{año}^{-1}$ (e.e.=0,0212) y $t_0=0,929$ año (e.e.=0,056), apreciándose en la Figura 65 la curva ajustada.

5.5.2. Machuelo o tritre (*Ethmidium maculatum*)

La distribución de frecuencia en longitud de los individuos de machuelo, a los que se les determinó la edad en el presente estudio, presenta cuatro modas en los 16, 21, 29 y 38 cm (Fig. 66). Los parámetros de la relación longitud-peso estimados $a=0,0059$ g y $b=3,147$ g/cm (Fig. 67), donde estadísticamente el parámetro b es igual a 3.

La distribución de frecuencia del peso del otolito, presenta una distribución polimodal y el peso estuvo entre los 0,98 y 17,47 mg (Fig. 68).

Al igual como se realizó con la información del bacaladillo, el ajuste del modelo de von Bertalanffy a la relación peso otolito - longitud pez, suponiendo relación directa con la edad, se obtuvo un $L_{\infty}=43,09$ cm. (Fig. 69).

La clave talla edad se presenta en la Tabla 9 y la estructura de edad en la Figura 70, la estructura se compone de 8 grupos de edad presente en las capturas y aporta con mayor número los grupos de edad II y IV. Esta estructura general es similar entre machos y hembras (Fig. 71), aunque en estas últimas, los grupos de edad III y IV aumentaron su frecuencia de ocurrencia en más del doble, respecto de lo observado en machos.

Los parámetros de crecimiento para el machuelo son $L_{\infty}=43,09$ cm (e.e.=0,2484), $K=0,187$ año⁻¹ (e.e.=0,004) y $t_0=0,615$ año (e.e.=0,0557), apreciándose en la Figura 72 la curva ajustada.

5.6. OBJETIVO ESPECIFICO 6

Determinar los principales parámetros reproductivos de ambas especies estudiadas.

5.6.1. Proporción sexual

Bacaladillo

En la localidad de Coronel-Lota, la proporción sexual global por mes mostró porcentajes de hembras menores a 50% en todos los meses muestreados, siendo generalmente cercanos a 40%, aunque en Marzo y Julio del 2006 estuvo cerca de 20% y 25% respectivamente (Fig. 73). Al considerar la proporción sexual en función de la talla y considerando los meses con tamaños de muestra mayor a 100, se puede observar que en general durante Noviembre y Diciembre del 2005 la proporción sexual tendió a valores cercanos al 50%, exceptuando Diciembre, mes durante el cual las clases de tamaño de entre 10,5 a 11,0 cm presentaron 100% de hembras. En Marzo y Mayo del 2006 a excepción de las tallas extremas, la proporción de hembras fue cerca de 30%, mientras que en las tallas superiores fue cerca del 50%, y en el caso de Marzo los rangos de 9,5 y 10,0 cm presentaron 100% de hembra y 100% de machos respectivamente (Fig. 74).

En la localidad de Talcahuano-San Vicente, la variación mensual de la proporción sexual por mes se observó que tan solo en Febrero del 2006 la proporción de hembras fue notoriamente mayor que el 50%, alcanzando casi el 90% de los individuos sexados (Fig. 75). La proporción sexual en función del tamaño varió en todos los meses muestreados. En Septiembre del 2005 las tallas menores presentaron fracciones de hembras que fluctuaron entre 40 y 60%, mientras que las tallas de entre 9 a 11 cm fueron 100% hembras (Fig. 76a). En Noviembre del 2005 sólo el rango menor de tallas tuvo 100% (7 cm), mientras que los restantes fueron cerca o menores de 50%, exceptuando el rango mayor (10,5 cm) que presentó casi un 80% de hembras (Fig. 76b). Por otro lado, en Febrero del 2006 las clases de

tamaño de 5,5 a 8,5 cm presentaron sobre el 80% de hembras, de hecho las clases de 5,5 a 6,5 fueron 100% hembras (Fig. 76c). Durante Noviembre del 2006 la proporción de hembras osciló entre 30 y 60% en las clases de tamaño de 7,0 a 9,0 cm, aumentando a cerca de 80% en las clases de 9,5 a 10,0 cm, y llegando a un 100% en la clase de 11 cm (Fig. 76d).

Machuelo

En Corral, la proporción sexual de las hembras, aunque fluctuó alrededor de 50% durante el período de estudio, fue mayor a 50% solamente en Diciembre del 2005 y Agosto del 2006, mientras que en Julio, Septiembre y Octubre del 2006 se registraron proporciones menores a 40% de hembras (Fig. 77). La proporción de hembras en función del tamaño no muestra un patrón homogéneo, variando según el mes (Fig. 78), por ejemplo en Mayo del 2006 (Fig. 78b) el rango de 32 a 42 cm presenta alta proporción de hembras en las clases de talla más cercanas a 32 cm, mientras que en Agosto del 2006 (Fig. 78d) esas clases de talla presentan mayor proporción de machos.

En Lota-Coronel, la proporción de hembras fue cercana al 50% en todos los meses muestreados, incluso en el caso de mes de Noviembre del 2005, el cual contó con un bajo número de muestra (Fig. 79).

En Talcahuano-San Vicente, la proporción sexual en Septiembre del 2005 estuvo sesgada notoriamente hacia las hembras (>80%), mientras que en Noviembre del 2005 fue de 50% (Fig. 80).

5.6.2. Indicadores reproductivos macroscópicos

Bacaladillo

Debido a que no fue posible obtener muestras de bacaladillo para todos los meses de muestreo en las localidades de Talcahuano y Coronel, se decidió integrar la información reproductiva, incorporando además aquellas muestras obtenidas en los puertos de San Vicente y Lota.

La variación mensual del Índice Gonadosomático (IGS) es presentada en la Figura 81. En machos el IGS presentó valores altos desde Septiembre a Diciembre de 2005 y, en Abril y Octubre de 2006, mientras que los valores más bajos ocurrieron en Julio de 2005, en Marzo de 2006, y desde Mayo a Julio del mismo año. En el caso de las hembras, se registró un mayor número de meses altos valores de IGS, ya que a diferencia de los machos, también se observó actividad reproductiva en Julio de 2005 y 2006.

Los mayores valores en el coeficiente de variación (c.v.) para el IGS en machos y hembras se registró desde Marzo a Julio de 2006 (Tabla 10), indicando que en estos meses existió una alta variabilidad en la relación existente entre el peso de la gónada y el peso corporal de bacaladillo.

La frecuencia de los estados macroscópicos de madurez sexual señala una condición muy similar a lo observado con el IGS. En machos (Fig. 82A), desde Septiembre a Diciembre de 2005 al igual que en Octubre de 2006, se registró la mayor frecuencia de estados visualmente maduros, esto es, desde el estado III (maduro) hasta el estado V (en regeneración). En el primero de estos periodos los machos entre los estados III y V representaron cerca del 90%, mientras que en Octubre de 2006 estos estados de madurez representaron el 50% de los machos. En Julio de 2005 los machos visualmente maduros representaron el 47%, aún cuando para ese mes se observó un bajo valor de IGS (1,50). El efecto inverso ocurrió en

Abril de 2006 donde el IGS promedio de machos fue 3,65, aunque los individuos maduros sólo representaron el 34%.

En hembras de bacaladillo, la mayor frecuencia de ejemplares maduros (estados III al IV) se observó desde Julio a Diciembre de 2005, y en los meses de Febrero, Abril y Octubre de 2006 (Fig. 82B). A su vez, la mayor proporción de hembras visualmente inmaduros (estados I y II), se registró en Marzo y desde Mayo a Julio de 2006.

Machuelo

La baja frecuencia de ocurrencia de machuelo en los desembarques de lanchas artesanales cerqueras que operan sobre sardina española, sardina común y anchoveta, no permitió cubrir adecuadamente la señal de indicadores reproductivos de la especie al interior del área de estudio, durante los doce meses de ejecución del proyecto. Por lo tanto, los resultados que ahora se presentan son incompletos, aún cuando se complementó con información registrada en meses previos al inicio oficial del proyecto.

A partir de las muestras integradas de Talcahuano, Coronel y Lota, que en total sólo permitió cubrir desde Septiembre a Noviembre de 2005, y los meses de Julio, Septiembre y Octubre de 2006, se puede observar que el IGS en ambos sexos presentó valores más altos en Octubre y Noviembre de 2005, siendo algo menores en Julio y Septiembre de 2006 (Figura 83); mientras que en septiembre se registró el menor valor. El IGS mostró una alta variabilidad en ambos sexos en Septiembre y Octubre de 2006, con valores iguales o mayores al 75%, siendo también alto en Septiembre de 2005 para machos (Tabla 11).

Los resultados del análisis de frecuencia de estados de madurez macroscópicos fueron concordantes con el análisis del IGS. Tanto en machos como en hembras de

machuelo la mayor frecuencia de ejemplares visualmente maduros se observó en Octubre y Noviembre de 2005, y en Julio de 2006 (Figura 84).

En la localidad de Valdivia se logró disponer de un registro continuo de indicadores reproductivos de machuelo, desde Abril a Noviembre de 2006 en hembras, y desde Mayo a Noviembre de 2006 en machos. A estas series se les suma los ejemplares muestreados en Diciembre de 2005.

Desde el punto de vista del IGS, se observó un aumento continuo de este indicador desde Abril a Octubre de 2006, disminuyendo levemente en Noviembre. Los mayores valores del IGS en hembras se registraron entre Septiembre y Noviembre de 2006; mientras que en machos este indicador fue máximo entre Septiembre y Octubre del mismo año (Figura 85). El coeficiente de variación (C.V.) del IGS en machos fue mayor al 50% en todos los meses a excepción de Septiembre de 2006 donde el C.V. fue igual a 47% (Tabla 11); en cambio, en machos el C.V. fue menor al 50% en todos los meses.

De acuerdo con la asignación de estados de madurez sexual macroscópicos, se detectó machos visualmente maduros (estado III) en Junio y Julio de 2006, y en Noviembre del mismo año, representando en este último mes el 83% (Figura 86). A su vez, los machos visualmente inmaduros (estados I y II), fueron dominaron la frecuencia de madurez en Diciembre de 2005, Mayo y Junio de 2006, y en Septiembre y Noviembre de este mismo año. En el caso de las hembras, se registró una baja frecuencia de ejemplares visualmente en estado III durante todos los meses de estudio (Figura 86), representando en Agosto de 2006 sólo el 18% de los estados sexuales macroscópicos. En Noviembre de 2006, el 89% de las hembras se registró en el estado V, esto es, desovado.

5.6.3. Indicadores reproductivos microscópicos

Bacaladillo

Para la determinación de la condición reproductiva en hembras de bacaladillo mediante técnicas histológicas, se contó con 146 preparaciones. De acuerdo con la escala de 9 estadios para desovantes parciales, se logró identificar ovocitos en avanzado estado de madurez, esto es, ovarios con ovocitos vitelados (estado IV), en todos los meses analizados (Fig. 87), indicando que durante todo el periodo de estudio existió importante actividad reproductiva. En Noviembre de 2005 y Abril de 2006, principalmente, el porcentaje de hembras con ovocitos hidratados fue importante; adicionalmente, en Octubre de 2006 el 26% de las hembras analizadas presentó ovocitos vitelados con núcleo excéntrico, estado (V) que marca el inicio de la hidratación. Lo anterior señala que el bacaladillo presentaría al menos 2 periodos de desove: uno a inicios del otoño y otro durante la estación de primavera.

Machuelo

El análisis histológico de la condición reproductiva de hembras de machuelo desembarcadas en puertos de la VIII Región, sólo cubrió los meses de Julio, Septiembre y Octubre de 2006, con un total de 74 placas histológicas, 95% de las cuales corresponden a los últimos 2 meses. En Septiembre el 27% de las hembras presentó ovarios con ovocitos vitelados (estado IV) y un 31% con ovocitos hidratados (estado 6) (Fig. 88). Luego, en Octubre las hembras en estado IV y VI correspondieron al 16% y 5%, respectivamente. Esto sugiere que el machuelo presenta eventos de desove a inicios de primavera.

Respecto al análisis con muestras provenientes del desembarque de la X Región, el número de preparaciones histológicas fue igual a 101. De acuerdo con la lectura de estas placas, en Abril de 2006 la mayor parte de las hembras se encontró inmaduras

(estados I y II). Posteriormente, desde Julio hasta Noviembre se registró un aumento de las hembras con ovocitos maduros (estado IV), detectándose hembras con ovocitos hidratados (estado VI) en Octubre y Noviembre (Fig. 89). Esto indica que el machuelo presentaría eventos de desove por lo menos en el periodo de primavera.

5.6.4. Escalas de madurez sexual macroscópicas específicas

Sobre la base de las observaciones macroscópicas de las estructuras reproductivas de bacaladillo y machuelo, y la lectura de preparaciones histológicas, se construyó las siguientes tablas de madurez sexual para machos y hembras de las especies en estudio.

Bacaladillo

EMS	ESTADO	ASPECTO GENERAL
I	Inmaduro	Ovarios y testículos ocupan cerca de 1/3 de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios rosáceos, traslúcidos, con ovocitos invisibles a simple vista. Testículos blancuzcos.
II	Virgen madurando y en recuperación	Ovarios y testículos ocupan casi la mitad de la longitud la cavidad abdominal. Ovarios rosáceos con ovocitos invisibles a simple vista. Testículos blancuzcos más o menos asimétricos.
III	Maduro	Los ovarios y testículos cubren más de 2/3 de la cavidad abdominal. Ovarios de color rosado a anaranjada ammarillento de color pálido, con ovocitos de aspecto granular visibles a simple vista. No se observan vasos sanguíneos superficiales. Testículos blancuzcos.
IV	Hidratado	Los ovarios y testículos ocupan toda la cavidad abdominal. Ovarios de color marrón, ovocitos transpatentes, vasos sanguíneos superficiales no visibles. Ovocitos hidratados de mayor tamaño al estado estado III. Testículos blancuzcos y blandos.
V	En regeneración	Ovarios y testículos flácidos, distendidos, contraídos a la mitad de la cavidad abdominal. Las paredes son delgadas, flojas y lumen grande. Los ovarios pueden contener aún restos de ovocitos opacos, maduros y en desintegración, obscurecidos o translúcidos. Este ovario pasa a la etapa II de esta escala.

Machuelo

EMS	ESTADO	ASPECTO GENERAL
I	Inmaduro	Ovarios y testículos ocupan cerca de 1/3 de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios rojo opaco, no traslúcidos, con ovocitos invisibles a simple vista. Testículos anaranjados.
II	Virgen madurando y en recuperación	Ovarios y testículos ocupan casi la mitad de la longitud la cavidad abdominal. Ovarios rojo oscuro con ovocitos invisibles a simple vista. Testículos de color naranja oscuro simétricos.
III	Maduro	Los ovarios y testículos cubren cerca de 2/3 de la cavidad abdominal. Ovarios de color rojo oscuro y con ovocitos visibles a simple vista. Se observan vasos sanguíneos superficiales. Testículos de color similar al estado II pero de mayor tamaño.
IV	Hidratado	Los ovarios y testículos ocupan más de 2/3 de la cavidad abdominal. Ovarios de color rojo oscuro, de aspecto cristalino, por la presencia de ovocitos hidratados, los cuales fluyen al presionar la gónada. Testículos naranja oscuro, los cuales al efectuar un corte desprenden líquido seminal.
V	En regeneración	Este estado no fue observado en machos, y las únicas hembras identificadas macroscópicamente como desovadas o en regeneración, correspondieron a ejemplares que histológicamente fueron determinadas como maduras o hidratadas. Por este motivo, se considera como preliminar la presente tabla de madurez sexual para machuelo.

5.6.5. Zonas y periodos de desove**Análisis General***Identificación de huevos de N. crockeri*

Los huevos de bacaladillo son esféricos, con un diámetro entre 0,83 y 0,93 mm (media \pm desviación estándar, $0,86 \pm 0,03$ mm, N = 24), con corion liso, y presentan una sola gota oleosa de 0,21–0,26 mm de diámetro y que se caracteriza por estar pigmentada en su base interna. El índice óleo-capsular varía entre 22 y 31%. El vitelo

es liso, sin presencia de pigmentos. Una vez desarrollado el embrión, éste presenta melanóforos puntiformes a lo largo de la región dorsal y caudal.

Distribución horizontal de estadios tempranos de N. crockeri

La Figura 90 muestra la distribución horizontal de los estadios tempranos de bacaladillo frente a Chile central entre los 33°S y 37°30'S. Se detectó presencia positiva de huevos y larvas en los cruceros de fines de invierno (2004-2005), primavera (1996, 2001) y fines de verano (2002). En general, se observó que a lo largo de esta zona el desove ocurre en una estrecha banda costera de no más de 20 millas náuticas, con importantes áreas de desove (>500 huevos $\times 10 \text{ m}^{-2}$) localizadas en radas y bahías (i.e., frente a San Antonio, al sur de Cabo Carranza y dentro del Golfo de Arauco); en cambio, las larvas en pre y postflexión presentaron una distribución más extendida horizontalmente que los huevos, pero restringida a la plataforma continental (<200 m de profundidad), con altas abundancias (>300 larvas $\times 10 \text{ m}^{-2}$) y mayor cobertura espacial frente a Talcahuano y dentro del Golfo de Arauco (Fig. 90). Las mayores abundancias de huevos fueron detectadas a fines de verano (Marzo 2002, >9.000 huevos $\times 10 \text{ m}^{-2}$, Tabla 12) y a fines de invierno (Septiembre de 2004 y 2005, >800 huevos $\times 10 \text{ m}^{-2}$), reduciendo considerablemente su abundancia durante los cruceros de primavera (<25 huevos $\times 10 \text{ m}^{-2}$ en promedio, Tabla 12). Una tendencia similar en la variabilidad temporal de la densidad fue detectada en larvas en preflexión (Tabla 12).

Al sur de los 37°30'S, el desove de bacaladillo fue de mayor intensidad (i.e., mayor abundancia de huevos, ver Tabla 12 y Fig. 91) durante primavera de 1996, con altas abundancias en la parte central de la plataforma continental entre Isla Mocha y la desembocadura del río Valdivia (>300 huevos $\times 10 \text{ m}^{-2}$, Fig. 91). Durante los cruceros de invierno de 2004 y 2005 se observó el mismo patrón de distribución horizontal de huevos, se capturaron en menos cantidad en la zona sur (57 ± 57 huevos $\times 10 \text{ m}^{-2}$ y 44 ± 36 huevos $\times 10 \text{ m}^{-2}$, respectivamente). En tanto, las larvas se hallaron en baja abundancia durante los tres periodos de muestreo (Tabla 12).

Distribución vertical de estadios tempranos de N. crockeri

Durante Noviembre de 2001 los huevos de bacaladillo ocurrieron en aguas superficiales sobre los 50 m de profundidad (Fig. 92), con abundancias entre 8 y 305 huevos $\times 1000 \text{ m}^{-3}$; este último valor fue detectado entre 25-40 m de profundidad. Las larvas se hallaron en menor densidad (hasta 240 y 49 ind. $\times 1000 \text{ m}^{-3}$ para larvas en pre y postflexión, respectivamente) pero distribuidas en un rango batimétrico más amplio (entre superficie y 100 m de profundidad, Fig. 92) y con los valores máximos sobre los 25 m de profundidad. Durante Marzo de 2002, los huevos presentaron una distribución vertical más amplia (entre la superficie y 150 m de profundidad, aunque la mayoría se halló sobre los 50 m de profundidad. La abundancia de huevos fue mayor y más somero que en primavera (hasta 92.000 huevos $\times 1000 \text{ m}^{-3}$ a 0-10 m de profundidad, Fig. 92). Todas las larvas (pre y postflexión se encontraron sobre los 100 m de profundidad, y mayoritariamente sobre los 50 m de profundidad (Fig. 92).

Distribución horizontal de estadios tempranos de E. maculatum

En los cruceros analizados se observó una alta variabilidad espacial y temporal en la distribución horizontal de huevos y larvas de machuelo. Entre los 33° y 37°30'S durante primavera, se detectaron bajas abundancias de huevos y larvas (23 ± 24 huevos $\times 10 \text{ m}^{-2}$, 8 ± 11 larvas en preflexión $\times 10 \text{ m}^{-2}$, y 3 ± 1 larvas en postflexión $\times 10 \text{ m}^{-2}$, durante Octubre de 1996, Tabla 13) al interior de Bahía de Concepción y Golfo de Arauco, o no se colectaron huevos (Noviembre de 2001, Fig. 93). A fines de verano de 2002, importantes agregaciones de huevos fueron colectados en zonas protegidas de Chile central (496 huevos $\times 10 \text{ m}^{-2}$ al norte de Cabo Carranza, >1.200 huevos $\times 10 \text{ m}^{-2}$ al sur de Cabo Carranza, >90 huevos $\times 10 \text{ m}^{-2}$ en el Golfo de Arauco). Durante este mismo periodo las larvas en preflexión presentaron una distribución horizontal similar a la de los huevos, con altas abundancias al sur de Cabo Carranza y Golfo de Arauco (120 y >300 larvas $\times 10 \text{ m}^{-2}$, respectivamente). Durante invierno, los desoves fueron mucho más reducidos que en Marzo (<100 huevos $\times 10 \text{ m}^{-2}$), variando espacialmente desde cerca de la desembocadura del río Maule en Septiembre de 2004 a San Antonio durante Septiembre de 2005 (Fig. 93).

Durante estos dos últimos cruceros, la presencia de larvas (en pre y postflexión) fue incidental (Tabla 13).

Al sur de los 37°30'S, solo se detectaron desoves en invierno (Fig. 94), siendo éstos mayores en abundancia a los hallados en el sector norte (Tabla 13) y concentrados cerca de los 39°S en la porción central de la plataforma continental. Durante este periodo sólo se colectó una sola larva en postflexión en el quiebre de la plataforma continental (Fig. 94).

Distribución vertical de estadios tempranos de E. maculatum

Durante Marzo de 2002 los huevos de machuelo fueron colectados desde la superficie hasta los 100 m de profundidad, pero con mayor frecuencia sobre los 50 m (Fig. 95) y hallándose en mayor densidad (~ 117.000 huevos $\times 1000$ m⁻³) en el estrato 0-10 m de profundidad. Las larvas en preflexión notocordal se distribuyeron verticalmente en forma más somera que los huevos (principalmente sobre los 25 m de profundidad, Fig. 95), detectándose un valor máximo de 1.248 larvas $\times 1000$ m⁻³. Durante este crucero sólo se colectaron 3 ejemplares en postflexión notocordal (12 larvas $\times 1000$ m⁻³) en el Golfo de Arauco en el estrato 0-25m.

Análisis Localizado

Normanichthys crockeri

Estaciones costeras: proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819

La información disponible sobre huevos de ambas especies comienza en Enero del 2005 (Tabla 14). Huevos de *N. crockeri* ocurrieron desde Febrero a Noviembre del 2005 (ausentes en Enero y Diciembre) y desde Enero a Julio 2006 (todos los meses muestreados) (Figura 96). Sus abundancias, sin embargo, variaron entre meses y años. En el 2005, abundancias promedio mensuales mayores a 20 huevos en 100 m³

ocurrieron a fines de verano-comienzos de otoño (Febrero-Abril), Junio y Septiembre, y en el 2006, en Enero, Marzo y Abril.

La información disponible sobre larvas de ambas especies comienza desde Julio 2004 (Tabla 15). Larvas de *N. crockeri* ocurrieron más abundantemente a fines de invierno y comienzos de primavera del 2005 (Agosto a Octubre), a comienzos de primavera del 2005 (Septiembre y Octubre) y a comienzos de otoño 2006 (Abril) (Figura 97). Las densidades larvales, como es de esperar, fueron menores a las de huevos de la misma especie.

Estación a 18 mn: proyectos FIP 2004-20 y 2005-01

Los patrones de abundancia de huevos y larvas de *N. crockeri* en la estación ubicada 18 millas náuticas de la costa fueron similares entre si presentando mayores abundancias durante los meses de fines de invierno (Agosto-Septiembre) en ambos años (Figuras 98 y 99) y secundariamente en Diciembre 2004 y Enero 2006. En Junio del 2006 hubo también alta abundancia de huevos de estas especies pero no pudo determinarse si correspondió a un adelanto del desove de invierno.

Ethmidium maculatum

Huevos de *E. maculatum* no fueron encontradas en las muestras del monitoreo de las estaciones costeras de los proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819 (Tabla 14). Sólo en una oportunidad (Julio 2005) se observó larvas de esta especie y éstas ocurrieron en baja abundancia (0,2 larvas/100m³) (Tabla 15).

En la estación ubicada a 18 mn de la costa (Proyectos FIP 2004-20 y FIP 2005-01), sólo se encontró huevos del machelo *E. maculatum* en Julio del 2004 en el estrato 0-80 m en muy baja abundancia (0,4 huevos/100m³). Alternativamente, larvas de esta especie también ocurrieron sólo en una oportunidad, siendo observadas en Octubre del 2006, y en baja abundancia (5,46 y 2,92 larvas /100m³ en los estratos 0-50 m y 0-80 m).

5.7. OBJETIVO ESPECIFICO 7

Determinar la proporción de presas en el contenido estomacal de las especies en el área de estudio.

5.7.1. Descripción general del muestreo de bacaladillo y machuelo

Dando cumplimiento a lo expuesto en la oferta técnica, referente a la toma de muestras para el desarrollo de este objetivo; los estómagos analizados se obtuvieron de ejemplares colectados a bordo de embarcaciones pertenecientes a la flota cerquera artesanal de la VIII y X regiones, sin embargo, con el ánimo de obtener un mayor tamaño de muestras también se procesaron ejemplares de machuelo adquiridos de botes artesanales dedicados a la actividad pesquera de subsistencia.

Durante la ejecución del proyecto se analizaron un total de 1.849 estómagos, 1.141 correspondientes a bacaladillo (*Normanichthys crokeri*) y 708 correspondientes a machuelo (*Ethmidium maculatum*). En la Tabla 16 se entrega la descripción general de los estómagos analizados.

Se aclara que dentro de los estómagos registrados para la localidad de Lota se incluyeron los provenientes de Coronel, determinación basada en la cercanía de estas dos localidades. Igual situación ocurrió con los estómagos registrados en Valdivia los cuales fueron incluidos en la localidad de Corral. Dentro de los resultados generales se puede mencionar que se analizaron para machuelo: 310 estómagos de hembras (137 provenientes de Lota y 173 de Corral); 389 estómagos de machos (139 provenientes de Lota y 250 de Corral); y 9 estómagos de sexo indeterminado. Para bacaladillo: 433 estómagos de hembras (199 provenientes de Lota y 234 de Talcahuano); 576 estómagos de machos (318 provenientes de Lota y 258 de Talcahuano); y 132 estómagos de sexo indeterminado.

5.7.2. Análisis del contenido estomacal de Machuelo

Se analizaron un total de 708 estómagos de machuelo, de los cuales 558 tenían algún grado de contenido estomacal. De acuerdo con una escala subjetiva de llenado los estómagos vacíos durante todo el periodo de estudio alcanzaron un 22,0%, registrándose para la localidad de Lota un 27,0% y en la localidad de Corral un 18,8%. Por otro lado, el registro de estómagos llenos alcanzó un 2,1% (0,4% en Lota y 3,3 % en Corral) (Tablas 17 y 18, Fig. 100).

El índice de llenado en peso (FWI), de naturaleza cuantitativa para todo el periodo y área de estudio se observa en la Figura 101, un análisis de varianza indica que existen diferencias significativas para este índice en el tiempo (Tabla 19).

El espectro trófico encontrado en los estómagos de machuelo durante el periodo de estudio estuvo conformado por 15 ítems presa pertenecientes a crustáceos, poliquetos, bivalvos y peces. Por otro lado, también dentro de los estómagos se registró fitoplancton, material vegetal y restos de ítems no identificados. El espectro trófico de esta especie separado por localidad se observa en las Tablas 20 y 21. En la localidad de Corral los ítems presa más frecuentes son los copépodos (%F = 30,6) y las larvas zoeas (%F = 21,7); del mismo modo el índice de importancia numérica también confirma la relevancia de estos dos ítems presa y la de otros ítems tal como: larvas Mysis (%IIN = 6,4); ostracodos (%IIN = 6,2) y huevos de Clupeidae (%IIN = 5,8). Para la localidad de Lota el ítem presa más importante numéricamente sigue siendo los copépodos (Tabla 21), sin embargo, en esta localidad el ítem presa más frecuente en los estómagos de machuelo es el fitoplancton (%F = 17,0), adquiriendo una importancia numérica relevante (%IIN = 10,0), al igual que otros ítems tal como: larvas zoeas (%IIN = 9,2) y restos de Teleósteos (%IIN = 8,4).

Los análisis de similitud (BC) y (P) para determinar variaciones en la dieta con respecto al sexo, tamaño y estación del año, señalan: (i) respecto a diferencias en la dieta entre sexos a nivel interlocalidad, los valores determinados (Tablas 22 y 23)

indican un mayor grado de similitud entre macho-hembra de una misma localidad ($BC_{\text{Corral}} = 0,92$; $BC_{\text{Lota}} = 0,84$) ($P_{\text{Corral}} = 0,98$; $P_{\text{Lota}} = 0,97$), que macho-hembra de diferente localidad ($BC_{\text{Corral-Lota}} = 0,67$; $BC_{\text{Lota-Corral}} = 0,77$) ($P_{\text{Corral-Lota}} = 0,70$; $P_{\text{Lota-Corral}} = 0,70$). Por otro lado en el análisis de conglomerado a partir de los valores de similitud BC, indican la conformación de dos agrupaciones correspondientes a machos y hembras de una misma localidad (Fig. 102).

En el caso de variaciones debido a la estacionalidad (invierno, primavera, verano), los valores de similitud (BC y P) (Tablas 24 y 250) indican un mayor grado de similitud en la dieta registrada en invierno y primavera ($BC_{\text{Invierno-Primavera}} = 0,79$; $P_{\text{Invierno-Primavera}} = 0,74$) que la similitud registradas para las otras estaciones ($BC_{\text{Otoño-Invierno}} = 0,74$; $P_{\text{Otoño-Invierno}} = 0,67$) ($BC_{\text{Otoño-Primavera}} = 0,70$; $P_{\text{Otoño-Primavera}} = 0,38$). Por otro lado en el análisis de conglomerado a partir de los valores de similitud BC, indican la conformación de dos agrupaciones correspondientes a la dieta registrada en la estación de otoño y la dieta registrada en las estaciones de invierno-primavera (Fig. 103).

Para el análisis de variaciones de la dieta con respecto a la talla se estableció arbitrariamente tres intervalos de longitud (igual para ambas localidades) de la siguiente manera: individuos menores a 28 cm de longitud total (LT); individuos entre 28 y 38 cm de e individuos con una longitud total (LT) mayor a 30 cm. Los valores de similitud (BC y P) (Tablas 26 y 27) indican un mayor grado de similitud en la dieta entre individuos con una talla mayor a 28 cm para la localidad de Corral ($BC_{28-38, >38} = 0,91$; $P_{28-38, >38a} = 0,93$) y los individuos con una talla inferior a 38 cm para la localidad de Lota ($BC_{28<, 28-38} = 0,98$; $P_{28<, 28-38} = 1,00$). El análisis de conglomerado a partir de los valores de similitud BC, indican la conformación de dos agrupaciones bien definidas, una primera agrupación correspondiente a individuos medianos y grandes en la localidad de Corral y otra agrupación correspondiente a individuos pequeños y medianos en la localidad de Lota; igualmente, se observa que la dieta de los individuos pequeños en Corral presentan poca similitud con individuos de tallas mayores (Fig. 104).

5.7.3. Análisis del contenido estomacal de Bacaladillo

Se analizaron un total de 1.141 estómagos de bacaladillo, de los cuales 831 tenían algún grado de contenido estomacal. De acuerdo con una escala subjetiva de llenado los estómagos vacíos durante todo el periodo de estudio alcanzaron un 27,2%, registrándose el mayor porcentaje de estómagos vacíos durante el mes de Julio (6,8%) y el menor porcentaje durante el mes de Diciembre (0,4%) (Tabla 28, Fig. 105).

El espectro trófico encontrado en los estómagos de bacaladillo durante el periodo de estudio estuvo conformado por 13 ítems presa identificados pertenecientes a diferentes grupos tal como: crustáceos, poliquetos, braquiópodos, ascideas, quetonagtos y peces, siendo los crustáceos el ítem presa más representativo. El espectro trófico de esta especie separado por localidad se observa en las Tablas 29 y 30. En la localidad de Lota los ítem presa más frecuentes son los copépodos (%F = 18,2) y los braquiópodos (%F = 3,5); se destaca dentro de los ítem presa la frecuencia de restos de crustáceos no identificados (%F = 5,1) y los restos de organismos que por su avanzado estado de digestión fue imposible identificar (ítem NI %F = 28,8). Por otro lado, el índice de importancia numérica confirma la relevancia de copépodos y braquiópodos (%IIN = 61,7 y %IIN = 6,0 respectivamente).

Para la localidad de Talcahuano (Tabla 30) se identificaron un total de 11 ítem presa, siendo el más frecuente e importante numéricamente los copépodos (%F= 16,1; %IIN= 41,1); nuevamente se destaca la frecuencia de ocurrencia de ítem presa como restos de crustáceos no identificados (%F= 12,0) y restos de organismos que por su avanzado estado de digestión fue imposible identificar (ítem NI %F= 27,5). En particular en los estómagos analizados para esta localidad se observa una mayor frecuencia de ítems como: larvas zoeas (%F= 4,1), poliquetos (%F= 9,4) y braquiópodos (%F= 5,1). Por otro lado también se destaca la importancia numérica de poliquetos (%IIN= 12,5) y braquiópodos (%IIN = 9,4).

Respecto a diferencias en la dieta entre sexos evaluados a nivel inter e intra localidad (Tablas 31 y 32), se observa un mayor grado de similitud entre macho-hembra de una misma localidad ($BC_{Lota} = 0,91$; $BC_{Talcahuano} = 0,79$) ($P_{Lota} = 1,00$; $P_{Talcahuano} = 0,96$), que macho-hembra de diferente localidad ($BC_{Lota-Talcahuano} = 0,56$; $BC_{Talcahuano-Lota} = 0,80$). Por otro lado en el análisis de conglomerado a partir de los valores de similitud BC, indican la conformación de dos agrupaciones correspondientes a machos y hembras de una misma localidad (Fig. 106).

En el caso de variaciones debido a la estacionalidad (invierno, primavera, verano, otoño), los valores de similitud (BC y P) (Tablas 33 y 34) indican un mayor grado de similitud dietaria entre las estaciones de invierno y verano ($BC_{invierno-verano} = 0,74$; $P_{invierno-verano} = 0,95$) que la similitud registradas para las otras estaciones ($BC_{invierno-primavera} = 0,52$; $P_{invierno-primavera} = 0,81$) ($BC_{invierno-otoño} = 0,53$; $P_{invierno-otoño} = 0,85$). Por otro lado el análisis de conglomerado indica la conformación de una agrupación correspondiente a la dieta registrada en las estaciones de invierno-verano (Fig. 107).

Para evaluar posibles variaciones en la dieta con respecto a la talla, se estableció arbitrariamente tres intervalos de longitud (igual para ambas localidades) de la siguiente manera: individuos menores a 7 cm de longitud total (); individuos entre 7 y 9 cm de e individuos con una longitud total () mayor a 9 cm. Los valores de similitud (BC y P) (Tablas 35 y 36) indican un grado de similitud en la dieta entre individuos pequeños y medianos (7 cm < y 7cm – 9 cm) de la localidad de Lota ($0,817 <$, 7-9; $P = 0,947 <$, 7-9) y una posible similitud en la dieta de individuos pequeños y grandes (7 cm < y > 9 cm) de la localidad de Talcahuano ($BC_{7<, >9} = 0,87$; $P_{7<, >9} = 0,92$). El análisis de conglomerado a partir de los valores de similitud BC, sugieren la conformación de dos agrupaciones, una primera agrupación correspondiente a individuos pequeños y medianos de la localidad de Lota y otra agrupación correspondiente a individuos pequeños y grandes de la localidad de Talcahuano, la cual también sugiere un grado de similitud dietaria con individuos grandes provenientes de Lota (Fig. 108).

5.8. OBJETIVO ESPECIFICO 8

Determinar y cuantificar la fauna acompañante asociada a las pesquerías, según procedencia en la zona de estudio.

5.8.1. Tamaño muestral efectivo

En la Tabla 37 se resume la información referente al número de encuestas aplicadas en el desembarque de embarcaciones cerqueras artesanales, por puerto de desembarque y mes. Esta tabla sólo contiene la información de aquellas encuestas en las que se pudo obtener el desembarque por especie, ya sea en forma cuantitativa o por lo menos en términos de presencia. No se utilizó aquella información proveniente de encuestas en las cuales el encuestado (e.g. patrón de la lancha) se limitó a indicar sólo el desembarque total, sin distinción entre especies.

En San Antonio se logró efectuar 201 encuestas correspondientes a 335 lances de pesca, desde Marzo a Septiembre de 2006, cubriéndose gran parte de la temporada extractiva en esa localidad.

En Talcahuano y Coronel sólo fue posible cubrir el desembarque de embarcaciones artesanales en cuatro meses, tres de los cuales (Febrero a Abril) concentran históricamente la actividad extractiva en puertos de la VIII Región. En Talcahuano se obtuvo 89 encuestas sin indicación del número de lances por salida de pesca, razón por la cual para efectos de análisis se igualó el número de salidas de pesca con el número de lances totales (Tabla 37). En Coronel se recopiló información del desembarque de dos fuentes: la primera corresponde a la obtenida mediante la aplicación de encuestas a los patrones de las embarcaciones (indicada como Coronel *); y la segunda con muestreadores a bordo de embarcaciones (indicada como Coronel **). En el primer caso se obtuvo 80 encuestas, de las cuales sólo en 7 el encuestado informó la captura por lance, por lo que se determinó un total de 93 lances de pesca. Con el segundo procedimiento se recopiló información de 111 encuestas equivalentes a 215 lances de pesca. En el puerto de Lota se registró

información del desembarque en los meses de Septiembre y Octubre de 2006, con un total de 11 encuestas equivalentes a 17 lances de pesca.

Finalmente, en Valdivia se cubrió el desembarque artesanal desde Noviembre de 2005 a Noviembre de 2006, excepto en los meses de Enero, Junio y Octubre de 2006. Las 175 encuestas registradas en esta localidad correspondieron a 206 lances de pesca.

5.8.2. Frecuencia de ocurrencia

Dado que las especies objetivo corresponden principalmente a sardina española, sardina común y anchoveta, se consideran en los análisis estas especies junto con bacaladillo, machuelo y jurel. Las otras especies se resumen como “otros”.

En las encuestas efectuadas en San Antonio se registró 17 especies de peces teleosteos, 1 pez cartilaginoso (pejegallo) y 1 especie de cefalópodo (jibia) (Tabla 38). Durante todos los meses muestreados sardina española y anchoveta fueron las especies más frecuentes, con frecuencias de ocurrencia que oscilaron entre 1,1-51,7% en sardina española y 0-98,9% en anchoveta (Fig. 109). A estas especies les siguió en importancia el jurel, el cual se registró en el 69,0% de los lances de pesca durante Marzo. Con respecto a bacaladillo y a machuelo, la primera sólo se registró en Abril y Mayo, mientras que la segunda se reportó desde Marzo a Mayo de 2006. La mayor frecuencia de ocurrencia de bacaladillo se observó en Abril con un 13,0%, mientras que en Marzo se registró la mayor frecuencia de machuelo con un 27,6%. El conjunto “otros” se observó en casi la totalidad de los meses encuestados en San Antonio, siendo particularmente importante en Agosto, aún cuando en ese mes sólo se contó con el registro de 2 encuestas (Tabla 37).

En las encuestas llevadas a cabo en los puertos de Talcahuano y San Vicente sólo se informó sobre 4 especies, 3 teleosteos y 1 cefalópodo. La anchoveta se registró

en el 100% de las encuestas, seguida de la sardina común cuya menor frecuencia se observó en Febrero de 2006 con un 88,9%. En importancia les siguió el grupo "otros", conformado en su totalidad por la jibia, con valores de frecuencia entre 0-44,4% (Fig. 110). En estos puertos sólo se registró el bacaladillo en los meses de Marzo (10,5%) y Abril (6,1%).

En Coronel las encuestas colectadas sólo en el desembarque indicaron la presencia de 5 peces teleosteos más 1 cefalópodo (jibia), mientras que las encuestas colectadas con muestreadores a bordo de embarcaciones adicionaron 3 nuevas especies de peces teleosteos (Tabla 38). Para ambos tipos de encuestas las principales especies desembarcadas fueron sardina común y anchoveta (Figs. 111A y B). El desembarque de bacaladillo y machuelo fue menos frecuente en las encuestas registradas a bordo respecto de las obtenidas en puerto (Figs. 111A y B).

En los 2 meses cubiertos en la localidad de Lota se constató nuevamente que del total de 8 especies de peces teleosteos (Tabla 38), sardina común y anchoveta fueron las más frecuentes. En estas encuestas no se registró bacaladillo sino solamente machuelo, el cual presentó una frecuencia de ocurrencia igual a 50,0% en Septiembre y 20,0% en Octubre (Fig. 112). El grupo otros se registró en el 60,0% de los lances de pesca siendo las especies pejerrey de mar y rollizo las más importantes.

En Valdivia los encuestados sólo indicaron la presencia de sardina común, anchoveta y machuelo. Las 2 primeras especies presentaron en casi todos los meses una frecuencia de ocurrencia de aproximadamente un 100% (Fig. 113), mientras que el machuelo sólo se registró en Diciembre de 2005 (16,7%) y Mayo de 2006 (40,0%).

5.8.3. Porcentaje en peso

El 55,6% de los desembarques registrados en San Antonio correspondió a anchoveta, seguida en importancia por sardina española (20,0%) y jurel (19,9%). El grupo “otros” representó el 4,2% del desembarque, mientras que las especies bacaladillo y machuelo sólo alcanzaron a un 0,1% y 0,3%, respectivamente (Fig. 114A). La anchoveta dominó el desembarque en Julio de 2006, pero estuvo ausente en Agosto, mes en el cual el grupo “otros” dio cuenta del 72,2% del desembarque en peso. Por otro lado, el recurso jurel fue particularmente importante en Marzo (53,2%) y Abril de 2006 (35,0%). Con respecto al desembarque de las especies objetivo destacaron el jurel en Marzo y Abril, y el grupo “otros” en Agosto (Fig. 114B).

En la localidad Talcahuano-San Vicente se registró 5.453 toneladas mediante encuestas, de las cuales un 69,3% correspondió a anchoveta y un 26,6% a sardina común. El recurso jibia dio cuenta del 3,4% del desembarque en peso, mientras que el aporte de bacaladillo sólo alcanzó a 0,7%. Como se observa en la Figura 115A la anchoveta dominó desde Febrero a Abril y fue desplazada levemente por sardina común en Octubre. El aporte de las especies fauna acompañante en relación a las especies objetivos fue menor al 5% en todos los meses (Fig. 115B).

En Coronel se registró 431 toneladas con encuestas en el desembarque y 6.457 toneladas con encuestas a bordo de embarcaciones. En el primer caso el 93,4% correspondió a sardina común seguida en importancia por anchoveta (4,7%) (Fig. 116A). En el segundo se invirtió el orden de importancia, con un 79,9% de anchoveta y un 12,1% de sardina común (Fig. 116B). En ambos casos el grupo “otros” estuvo representado principalmente por la jibia, y el mientras que el aporte de bacaladillo y machuelo fue despreciable. El aporte en peso de las especies fauna acompañante en comparación con las especies objetivo (sardina común y anchoveta), fue menor al 10% en ambos tipos de encuestas (Figs. 117A y B), a excepción del mes de Julio donde las encuestas registradas en puerto indican que el aporte de bacaladillo fue un

233% de las especies objetivo. Sin embargo, en este mes el desembarque registrado fue de sólo 4,8 toneladas lo que se considera poco representativo.

En Lota se registró 210 toneladas de las cuales 41,0% fue sardina común y 53,6% anchoveta (Fig. 118A). El jurel aportó con un 4,8% y el desembarque de machuelo fue 0,7%. En esta localidad no se registró bacaladillo. El machuelo representó el 2,2% respecto del desembarque de las especies objetivo en Septiembre de 2006, y el jurel un 7,7% en Octubre del mismo año (Fig. 118B).

Finalmente, en Valdivia se logró registrar 11.849 toneladas en el desembarque para todo el periodo de estudio. La sardina común dio cuenta del 74,7% del desembarque en peso, dominando desde Diciembre de 2005 a Noviembre de 2006 (Fig. 119A). La anchoveta siguió en importancia con un 25,2% siendo particularmente importante en Noviembre de 2005. El aporte de machuelo en relación al desembarque de estas 2 especies fue menor al 0,3% en Diciembre de 2005 y Mayo de 2006 (Fig. 119B).

5.9. SOBREFERTA 1

Carecterización genética de las especies en estudio.

5.9.1. Extracción, calidad y cuantificación de ADN

La mayoría de las muestras extraídas con el protocolo descrito por Grijalva-Chon et al. (1994) dieron resultados positivos para ambas especies. (Fig.120 y 121).

Las muestras que presentaron ADN genómico fragmentado y de bajo peso molecular no fueron incluidas en los posteriores análisis de PCR. En algunos casos se procedió a la reextracción de muestras.

El grado de contaminación observado en los extractos se debe principalmente a impurezas como hidratos de carbono, péptidos, etc. las muestras que estaban fuera de los valores indicados se eliminaron del análisis de PCR.

5.9.2. PCR región control del ADN mitocondrial

En el caso de la especie *N. crockeri*, 6 de las parejas de partidores utilizadas permitió obtener amplificaciones positivas (Fig. 122): H00651/L16007 (1100pb), 12 H00651/L19 (1000 pb), H00651/42RL (650 pb), 12SAR-H/L16007 (1500 pb), SAR-H/L19 (1300 pb), 12SAR-H/42 RL (900 pb).

Para la especie *E. maculatum*, 2 de las parejas de partidores utilizadas permitió obtener amplificaciones positivas (Fig. 123): 12 H00651/L19 (1200 pb), SAR-H/L19 (1500 pb).

Para estudios posteriores de PCR-RFLP, se utilizará en ambas especies el partidore 12SAR-H/L 19, ya que este es el que presentó mayor porcentaje de amplificaciones positivas y un tamaño adecuado para ser digerido con enzimas de restricción (1300 a 1500 pb).

5.9.3. Amplificación de Citocromo Oxidasa I del ADN mitocondrial

Para el gen Citocromo Oxidasa I del ADN mitocondrial, la reacción PCR utilizando los partidores desarrollados por Folmer et al. (1994) generó resultados positivos en ambas especies (Figs. 124 y 125). El tamaño del producto de PCR se encuentra en los 800 pares de bases, mostrando un perfil monomórfico en todas muestras analizadas de cada especie.

5.9.4. Amplificación gen nuclear ITS

En el fragmento de ADN nuclear ribosomal ITS, solo la pareja 1FP/2RP amplificó para ambas especies, sin embargo, solo se obtuvieron amplificaciones inespecíficas. (Figs. 126 y 127).

En cuanto a la pareja de partidores 18D/28U, esta no amplificaron ningún segmento del ITS (Figs. 126 y 127).

6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Análisis bibliográfico

La mayor parte de la información que actualmente existe sobre bacaladillo y machuelo, dice relación con su identificación taxonómica y distribución espacial. Ambas especies son reconocidas como peces pelágicos de pequeño tamaño cuyo ciclo de vida se encuentra asociado a masas de agua someras al interior de bahías y golfos. Al igual que otras especies pelágicas ovíparas que habitan sistemas de surgencia, la mayor abundancia de huevos y larvas de baladillo y machuelo se encontrarían en aquellos periodos del año donde la intensidad de los vientos suroeste se incrementa (Septiembre), condición que favorece el incremento de surgencia y la producción de alimento.

Actualmente no existe para ninguna de las dos especies antecedentes sobre tamaño poblacional (N), dinámica reproductiva, composición de tamaños y edades en ambas poblaciones, y rol trófico (predador y presa), que permita tener alguna idea de la importancia de estas especies en los ambientes donde habitan, y específicamente en el ecosistema de Chile centro-sur, donde son capturados como fauna acompañante de sardina común y anchoveta. Por lo tanto, los resultados generados durante la ejecución del presente proyecto, proporcionan información valiosa para: i) mejorar el conocimiento de especies de peces pelágicos costeros de pequeño tamaño en Chile; y, ii) la adecuada administración de nuestros recursos pesqueros.

6.2. Flota pesquera y captura

La flota cerquera artesanal que registra desembarque de bacaladillo y machuelo corresponde a la que opera sobre sardina común y anchoveta. Del universo total de embarcaciones se puede distinguir 2 estratos: aquellas menores de 12 m de eslora, y mayores de 12 m de eslora. La principal diferencia entre ambos estratos radica en el

hecho que la gran mayoría de las embarcaciones menores de 12 m de eslora utiliza red de cerco del tipo bolinche, la que es operada manualmente. Usualmente este tipo de embarcaciones utiliza redes de una menor altura (en comparación a las embarcaciones más grandes), por lo que sus operaciones de pesca son desarrolladas preferentemente en zonas de baja profundidad, donde la operación del cierre del cerco les asegure que los peces queden al interior de la red.

Los puertos de Talcahuano, San Vicente y Coronel (este último comprende las embarcaciones con desembarque en Lota), son los que concentran la mayor parte de las embarcaciones que durante el periodo Enero 2004 y Junio 2006 registraron desembarque de bacaladillo y tritre. Son así mismo las localidades donde se concentra el esfuerzo pesquero sobre sardina común y anchoveta.

6.3. Tallas, edad y relación longitud-peso

Del análisis de la composición de tallas en la captura de bacaladillo por parte de embarcaciones artesanales cerqueras con puerto de desembarque en las localidades Talcahuano, San Vicente, Coronel y Lota, se desprende que la fracción poblacional vulnerable al cerco está compuesta por individuos entre 5,0 y 11,5 cm de longitud total (LT). El espectro de tamaños es similar entre machos y hembras, aún cuando en el caso de las hembras las tallas mayores se encuentran levemente más representadas que en machos.

En todos los puertos fue posible detectar diferencias entre las estructuras de tallas mes a mes, aumentando y disminuyendo alternativamente. El cambio en la estructura de tamaños, podría ser el resultado de: i) diferencias en la fracción poblacional vulnerable a la red de cerco en cada muestreo, o ii) variaciones en la estructura demográfica poblacional.

En el primer caso, debido a que el bacaladillo no constituye especie objetivo, sino más bien, es fauna acompañante en la pesquería de sardina común y anchoveta, es probable que los muestreos de esta especie, en el desembarque o a bordo, no representen adecuadamente la estructura poblacional, ya que la realización de las muestras no provienen de un diseño muestral para determinar la longitud de los peces.

En el segundo caso, la evolución mensual del Índice Gonadosomático, y las frecuencias de madurez macro y microscópicas, señalan que el bacaladillo presenta varios periodos durante el año donde la actividad reproductiva es alta. Esto sugiere que existiría un aporte periódico de nuevos individuos al ambiente, los que reclutarían a las áreas donde habitan los adultos.

El análisis de la estructura etaria de bacaladillo en el desembarque, también señala que el aporte de individuos del grupo de edad 0 ocurre en varios meses durante un ciclo anual, siendo particularmente importante en el periodo otoño-invierno (desde mayo a junio), y secundariamente a mediados de primavera (noviembre) y fines de verano (marzo). Por otro lado, el desembarque de bacaladillo en la VIII Región está sostenido mayoritariamente por individuos pertenecientes al grupo de edad 1.

La relación longitud-peso de bacaladillo en cada puerto de desembarque fue del tipo potencial para cada sexo y mes de muestro, con una baja dispersión. En prácticamente todos los casos el parámetro de curvatura (b) fue mayor a 3, por el que el crecimiento en peso respecto al crecimiento en longitud distaría levemente del isométrico.

En el caso de machuelo, el espectro de tamaño de las muestras provenientes de la VIII y X regiones estuvo comprendido entre los 10,5 y 40,5 cm LT y 20,0 y 45,0 cm LT, respectivamente. Dado que los artes de pesca no están orientados hacia la captura de machuelo, es probable que existan ejemplares de mayor tamaño presentes en las respectivas áreas de distribución, que no puedan ser detectados.

Esto podría explicar las diferencias en la estructura de tamaños registradas en Diciembre de 2005, donde las muestras fueron colectadas de la operación de embarcaciones sardineras y anchovetas, y aquellas obtenidas en desde Mayo a Octubre de 2006, donde las muestras fueron proporcionadas por un bote que se dedica a la captura de machuelo con red de enmalle.

En el área de Corral, localidad que presentó la mejor cobertura temporal, el desembarque de machuelo está sostenido principalmente por individuos entre los grupos de edad 2 y 4.

La relación longitud-peso de machuelo en cada puerto de desembarque fue del tipo potencial para cada sexo y mes de muestro, con una baja dispersión. Para el global de las muestras analizadas, el parámetro de curvatura (b) fue cercano al valor $b=3$, por esta razón, se considera que el crecimiento del machuelo es isométrico.

6.4. Edad

La relación entre el peso del otolito y la longitud total en bacaladillo y machuelo fue adecuadamente descrito por el modelo de von Bertalanffy. Sin embargo, en el caso de machuelo el modelo de crecimiento estimó una longitud total asintótica ($L_{\infty} = 43,1$ cm) menor a la registrada en los muestreos de frecuencia (>45 cm LT), lo que sugiere que la información analizada no permitió describir adecuadamente el crecimiento de machuelo.

La mayor longitud total registrada en los muestreos de bacaladillo fue 11,3 cm, la cual representa el 88% de la longitud total asintótica estimada para la especie en este proyecto ($L_{\infty} = 12,9$ cm), lo que sugiere que se describió adecuadamente el proceso de crecimiento de bacaladillo en el área de estudio.

La tasa de crecimiento estimada para bacaladillo es alta ($K = 0,347 \text{ año}^{-1}$) y similar a la de otros pelágicos de pequeño tamaño como sardina común, a la cual también se le ha calculado una vida de hasta 4 años de edad. En el caso de machuelo, aunque menos confiables, los resultados obtenidos indican una menor tasa de crecimiento ($K = 0,187 \text{ año}^{-1}$) en comparación a bacaladillo, alcanzando una vida cercana a los 7 años de edad.

6.5. Parámetros reproductivos

La proporción sexual de bacaladillo señala que la fracción poblacional vulnerable a los artes de pesca de embarcaciones cerqueras artesanales que operan en áreas de pesca de la VIII Región, estaría compuesta mayoritariamente por machos. Además, los resultados sugieren que a medida que se incrementa el tamaño corporal aumentaría la proporción de hembras. Si este fuera el caso, entonces, es probable que exista mortalidad diferenciada entre sexos. Sin embargo, la información registrada en este proyecto no permite soportar tal hipótesis.

Del análisis desprendido del Índice Gonadosomático y la frecuencia de estados de madurez sexual macro y microscópicos, se puede indicar que existirían dos periodos donde la mayor parte de la población de bacaladillo destinaría energía hacia la generación y desarrollo de estructuras reproductivas: una principal a lo menos entre Septiembre y Noviembre, y otra secundaria en Abril.

Los resultados de la proporción sexual de machuelo aún cuando menos informativos en relación a bacaladillo, sugieren que los machos fueron levemente más frecuentes en los desembarques que las hembras, tendencia que se observó en la mayor parte de los meses analizados.

Del análisis desprendido del Índice Gonadosomático y la frecuencia de estados de madurez sexual macro y microscópicos, se indica que el diseño de muestreo no

permitió construir el ciclo reproductivo de machuelo en el área de estudio. Se debe recordar en este punto que el diseño fue propuesto sobre la base de la estadística del desembarque proporcionada por el Servicio Nacional de Pesca, de acuerdo con la cual existía una alta frecuencia de machuelo en los desembarques artesanales de las especies sardina común y anchoveta, situación que no se observó durante el desarrollo del proyecto. No obstante, y a pesar de la baja frecuencia de la especie la recolección de muestras en algunos meses de los años 2005 y 2006, es probable que la fracción poblacional de machuelo en aguas costeras de la VIII Región presente 2 periodos reproductivos anuales, uno en primavera (Octubre-Noviembre) y otro en invierno (Julio). En la X Región se logró detectar sólo un periodo reproductivo el cual se extendería desde Septiembre a Diciembre.

La distribución horizontal de huevos y larvas de bacaladillo y machuelo frente a Chile central durante el periodo analizado (1996-2005) es muy similar a lo descrito como zonas de desove de otras especies de pequeños peces pelágicos presentes en la zona de estudio (i.e., anchoveta, *Engraulis ringens*, y sardina común, *Strangomera bentincki*): i) al norte de los 37°30'S ocurre un desove costero y superficial (sobre 50 m de profundidad) asociados a zonas protegidas, con una posterior dispersión larval sobre la plataforma continental (principalmente entre los 36°-37°S); ii) al sur de los 37°30'S los huevos fueron colectados entre los 39°-40°S a lo ancho de la extensa plataforma continental, pero con bajo número de larvas y un aparente transporte costa afuera (Figs. 2, 5) (Castro et al., 1997; Cubillos et al., 2003, 2005). La selección de los sitios de desove en radas, golfos y zonas frontales (i.e., frente a desembocadura de ríos) observado en algunas especies pelágicas y demersales de Chile (Castro et al., 2000; Landaeta & Castro, 2006) permite aumentar el tiempo de residencia en el área costera, donde la alta cantidad de alimento larval (i.e., huevos y nauplii de copépodos) y la baja cantidad de zooplancton gelatinoso (medusas, ctenóforos) reduce la mortalidad por inanición y predación, respectivamente (Castro 2001).

Las abundancias larvales obtenidas durante el periodo de estudio fueron mayores en el caso de *E. maculatum* a las detectadas en la zona norte (18°24'S) por Loeb & Rojas (1988) (<3 larvas x 10 m⁻²), pero similares en el caso de las larvas de *N. crockeri* (entre 2 y 281 larvas x 10 m⁻²), aunque son relativamente bajas en época de primavera (~ 34 larvas x 10 m⁻², Rojas et al., 2002). Para la zona central, se ha detectado la presencia de larvas de machuelo y bacaladillo en invierno y primavera (Vargas et al., 1997; Castro et al., 2000; Balbontín & Bravo, 1999), al igual que en el mar interior de la XI región (Balbontín & Bernal, 1997; Landaeta & Castro, en revisión).

Temporalmente, ambas taxa presentaron altas densidades de estados planctónicos en invierno y a fines de verano (Tablas 1, 2), y reducida abundancia durante primavera. Estos resultados se contraponen a lo observado por Vélez et al. (2003) frente a Perú (14°S) donde encuentran alta predominancia de larvas en preflexión de bacaladillo en Octubre-Noviembre. En general, se ha observado que a lo largo de la costa de Chile central las especies de hábitos epipelágicos presentan desoves someros en invierno cuando dominan los vientos del norte, que reducen el transporte advectivo de huevos y larvas (Castro et al., 2000; Landaeta et al., en revisión a), en contraste con primavera, cuando ocurre mayoritariamente la reproducción de peces mesopelágicos y demersales (pez hacha *Maurolicus parvipinnis*, merluza común *Merluccius gayi*, lenguado de ojos grandes *Hippoglossina macrops*), que utilizan los flujos compensatorios subsuperficiales durante eventos de surgencia para transportar sus estadios tempranos desde el quiebre de la plataforma continental hacia la zona costera (Vargas et al., 1997; Vargas & Castro, 2001; Landaeta & Castro, 2002; Landaeta et al., en revisión b).

La comparación de la distribución de las zona de mayor abundancia de huevos del año 2005 con la de años anteriores en la misma estación del año (invierno, Agosto inicios de Septiembre) sugiere que las zona de desove de *N. crockeri* se habrían mantenido similar durante los últimos años. Las zonas de mayor abundancia de huevos de *E. maculatum*, sin embargo, son de mucho menor extensión por lo que

aparecen como variables en la zona central (33-37°S) y relativamente más constantes en la zona sur (> 37°S).

La data de ictioplancton de los proyectos costeros (FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819) señalan periodos de mayor abundancia de huevos de *N. crockeri* desde el verano (Enero) hasta comienzos de otoño (Abril). Las mayores abundancias de larvas en las estaciones costeras, sin embargo, ocurrieron a fines de invierno – comienzos de primavera (Agosto-Octubre). Alternativamente, la serie de muestreos mensuales de ictioplancton en la estación ubicada a 18 millas náuticas de la costa (FIP 2004-20 y FIP 2005-01) mostró un patrón similar a las larvas costeras, esto es, mayores abundancias de huevos y larvas durante los meses de fines de invierno (Agosto-Septiembre). Las abundancias promedio de huevos y larvas en la estación ubicada a 18 mn de la costa no difirieron marcadamente entre si y fueron similares a las de huevos colectados en las estaciones costeras. Estos antecedentes, sumados a los señalados sobre distribución horizontal en que se revisó espacialmente las distribuciones de huevos y larvas en 5 cruceros realizados en la VIII y IX Regiones (primer informe de avances), indicarían que el mote, *N. crockeri*, desova durante todo el año pero presentando dos peaks de desove: uno durante verano –comienzo de otoño, y otro durante el fines del invierno-comienzo de primavera.

La data de ictioplancton de las series de tiempo de estaciones costeras y de la estación ubicada a 18 mn de la costa, para el machuelo, *E. maculatum* es mucho más reducida. Huevos de esta especie solo fueron colectados en una oportunidad (Julio 2004 en la estación a 18 mn) y larvas en solo dos ocasiones (Julio 2005 en las estaciones costeras y Octubre 2006 en la estación a 18 mn). La data de distribución horizontal de huevos y larvas reportada en el primer informe de avances, sin embargo, muestra que tanto huevos como larvas habrían ocurrido en invierno así como a fines de verano.

6.6. Análisis contenido estomacal

Se analizó el contenido estomacal de ejemplares de *E. maculatum* y *N. crockeri* colectados en las localidades de Lota, Coronel, Talcahuano, Corral y Valdivia. Para un mejor análisis de los datos en el sentido de alcanzar un número significativo de muestras, los estómagos de algunas localidades fueron integrados de la siguiente forma: Lota (integración de estómagos de Lota y Coronel); Talcahuano (integración de estómagos de Talcahuano y Tome); Corral (integración de estómagos de Corral y Valdivia). El estudio se realizó sobre la base de 1.849 estómagos, 1.141 correspondientes a bacaladillo y 708 correspondientes a machuelo obtenidos entre el verano del 2005 y verano del 2006.

Si bien es cierto, la determinación y comparación en cuanto a dietas entre diferentes áreas geográficas, grupos y estaciones requieren un análisis mucho más minucioso en categorías taxonómicas menores (particularmente en crustaceos), es posible indicar aspectos generales del espectro trófico de estas dos especies. De tal manera, se indica que para *E. maculatum* se identificaron por lo menos 15 ítems presa, siendo su dieta predominantemente zooplanctofaga, dominada por crustaceos principalmente Copepodos. Para *N. crockeri* la situación es similar identificándose 13 ítems presa, siendo su dieta igualmente zooplanctofaga, dominada por Copepodos principalmente de la especie *Paracalanus parvus*. Al observar los valores obtenidos de frecuencia de ocurrencia e índice de importancia numérica en porcentaje (%F y %IIN) para otros ítems-presa; podemos resaltar en el machuelo el consumo de larvas zoea y el particular consumo de huevos de pequeños peces pelágicos (Engraulidae y Clupeidae) alcanzando frecuencias de ocurrencia del 21,7 y 15,4 respectivamente (Localidad de Corral) y 9,4 y 4,7 respectivamente (Localidad de Lota) (Tablas 5 y 6). Por otro lado para el bacaladillo se resalta el consumo de las clases Polichaeta y Branchiopoda alcanzando frecuencias de ocurrencia del 2,1 y 3,5 respectivamente (Localidad de Lota) y 9,4 y 5,1 respectivamente (Localidad de Talcahuano) (Tablas 14 y 15); siendo mínimo el consumo de huevos de pequeños pelágicos por esta especie.

Al comparar estos resultados con lo registrado en literatura para estas especies observamos tanto contrastes como similitudes en la información, principalmente en términos de número de ítems presa. Es así como, en el trabajo de Vegas & Pequeño (1993) solo se registra un consumo de 8 ítems presas para bacaladillo (5 ítems menos), sin embargo, la predominancia de los crustáceos especialmente copepodos (e.g. *Acartia tonsa*, *Calanus australis*, *Calanus chilensis*) en la dieta de esta especie se mantiene. En otras investigaciones sobre los hábitos alimenticios del bacaladillo se indica un consumo adicional de material vegetal (fitoplancton) principalmente algas verde-azules y diatomeas (e.g. *Anacystis quadruplicatum*, *Oscillatoria* sp., *Navicula* sp.) (Nelson, 1984; Pequeño, 1989; Vegas & Pequeño, 1993).

La literatura referente a los hábitos alimenticios del machuelo es mucho más limitada, siendo nuestros resultados una aproximación más detallada y completa de la dieta de esta especie para aguas del Pacífico Sur Oriental. Los estudios sobre hábitos alimenticios conocidos indican que el machuelo es un filtrador de materia vegetal (fitoplancton) consumiendo principalmente diatomeas y dinoflagelados; ocasionalmente se ha reportado el consumo de zooplancton en especial copépodos (Rojas de Mendiola, 1966; Nelson, 1984; Whitehead & Bauchot, 1985; Whitehead, 1985; Pequeño, 1989; Vegas & Pequeño, 1993). Respecto a estos antecedentes, podemos mencionar que nuestros resultados también dan cuenta de un consumo importante de fitoplancton especialmente en la localidad de Lota (%F = 17,0_{Lota} %F = 5,1_{Corral}) (%IIN = 10,0_{Lota} %IIN = 3,5_{Corral}). Por otro lado, es de resaltar que en el contenido estomacal se presentó con valores importantes de frecuencia de ocurrencia (%F = 5,1_{Lota} %F = 9,8_{Corral}), otro tipo de material vegetal diferente a fitoplancton correspondiente a restos de madera, hojas, macroalgas, etc. (Tablas 5 y 6). El registro de esta clase de material vegetal dentro del contenido estomacal de esta especie, induce a plantear que son organismos que se alimentan muy cerca de la costa y buscan activamente su alimento dentro del material arrastrado por las mareas desde el continente. Se recuerda que Chirichigno & Cornejo (2001) catalogan a esta especie como habitante de zonas costeras dentro de la franja pelágica nerítica de aguas frías y templadas frías. Adicionalmente, y en contraste a lo registrado en

literatura donde el consumo de zooplancton es ocasional (copepodos), nuestros analisis indican un aporte zooplanctonico en la dieta de gran importancia, con alta frecuencia de ocurrencia e indice de importancia numerica ($\%F = 30,6_{\text{Corral}}$ $\%IIN = 16,2_{\text{Corral}}$ y $\%F = 11,6_{\text{Lota}}$ $\%IIN = 24,2_{\text{Lota}}$). Al parecer, este hecho es común en otros pelágicos costeros; existiendo reportes de presencia de copépodos en sus contenidos estomacales; como por ejemplo en sardina común y anchoveta, que tienen hábitos espaciales semejantes al machuelo, ya que una de las características de estos recursos se relaciona con la alta asociación de su distribución espacial con los focos de surgencia costeras y en el caso de sardina común, con la desembocadura de los principales ríos (Castillo et al., 2003).

Por otra parte, es notable el alto porcentaje de restos e ítems no identificados en lo contenidos estomacales analizados (restos de crustáceos no identificados, restos de peces no identificados e ítems no identificados). Sin embargo, lo anterior se puede explicar por la frecuencia común de restos óseos (calcáreos) que aportan poca información con valor taxonómico.

Los índices calculados con el objetivo de analizar el grado de similitud en la dieta de estas especies según el sexo, localidad, estación del año y talla del individuo, indican la conformación de varias agrupaciones dietarias. Estas agrupaciones son mejor observadas al desarrollar el análisis de conglomerados. Se determino para ambas especies en estudio, claras agrupaciones que demuestran cierta similitud en el consumo de presas por machos y hembras de una misma localidad, las cuales a su vez presentan diferencias entre localidades. En el caso del machuelo estas diferencias podrían ser explicadas principalmente por diferencias temporales y geográficas (latitudinales) entre localidades de recolección de muestras (Corral y Lota). Para el bacaladillo estas diferencias entre dietas por localidad podrían ser el resultado de razones mas complejas que la distancia latitudinal entre localidades (Lota y Talcahuano), por este motivo se plantea que estas diferencias podrían ser debido a características geomorfológicas del Golfo de Arauco; tales como, la presencia del Cañon del río Bio-Bio que separa las dos localidades de muestreo y la

circulación de corrientes al interior del Golfo, con una localidad de Lota mas expuesta a mar abierto y una localidad de Talcahuano con mayor resguardo. Tal influencia de las características geomorfológicas y circulación al interior del Golfo de Arauco ya han sido exploradas por varios autores, especialmente sobre su influencia en estadios tempranos (Castro et al., 2000; Landaeta & Castro 2006; Landaeta et al., 2006^a; Landaeta et al., 2006^b)

En cuanto a diferencias en la dieta debido a la estacionalidad ambiental (verano, otoño, invierno, primavera), se puede apreciar para ambas especies que el consumo de presas durante la estación de otoño es diferente al consumo durante las demás estaciones. Para el bacaladillo se observa la formación de una agrupación que implica una cierta similitud dietaria entre las estaciones de verano e invierno, en contraste, en el machuelo se observa cierta similitud dietaria principalmente entre las estaciones de primavera e invierno. Estas similitudes en la dieta entre estaciones para ambas especies podrían ser originadas por un desbalance en el número de muestreos realizados para cada período existiendo algunos con dos o más muestreos por estación y otros con solo un muestreo por estación. Por otro lado, mencionadas diferencias podrían ser el reflejo de la inestabilidad de la fuente de alimento, lo que probablemente sea determinado por factores propios de las historias de vida de las poblaciones de presa (e.g. disponibilidad) o a condiciones ambientales particulares de su entorno (e.g. características oceanográficas) (Artigas et al., 1985; García de Jalón & Barceló, 1987; Lampert & Sommer 1997). Con esto se podría estar influyendo en la disponibilidad y/o accesibilidad de los ítems-presa. Sin embargo, la variabilidad temporal en la composición del espectro trófico es una característica de la alimentación en peces que ha sido descrita tanto en especies de aguas continentales como marinas (Stoner & Livingston, 1980; Artigas et al., 1985; Bello et al., 1991; Campos, 1992; Fuentealba, 1993; Gavilán, 1993).

Por ultimo, podemos concluir que tanto el machuelo como el bacaladillo se comportan como especies eminentemente carnívoras primarias o secundarias, es decir que ocupa dos niveles tróficos ya que consume directamente zooplancton. Así

mismo, a partir de su régimen alimentario podemos predecir que estas especies son principalmente nerítica; con el machuelo alimentándose en zonas mas costeras. Sin embargo, en literatura ambas especies son reportadas como ítem alimenticio de especies bentonitas (Kochina, 1983; Fuentes et al., 1989; Vegas & Pequeño; 1993; Gonzáles & Oyarzún, 2003), esto sugiere que en circunstancias particulares estas especies se comportan como bento-pelágicas.

6.7. Fauna acompañante

El análisis de la fauna acompañante es quizás uno de los más relevantes en el presente estudio. Su relevancia dice relación por la información recolectada a través de las encuestas en el desembarque, así como por aquellas efectuadas a bordo de embarcaciones artesanales.

En San Antonio y Corral-Valdivia se logró cubrir casi la totalidad del periodo de estudio y en puertos de la VIII Región se concentró la actividad al inicio de la temporada extractiva donde se produce la mayor parte del desembarque artesanal.

En todas las localidades el principal aporte del desembarque de embarcaciones cerqueras artesanales correspondió a las especies objetivos de la pesquería (e.g. sardina española, sardina común y anchoveta). El aporte de bacaladillo y machuelo en los puertos encuestados fue de baja importancia en comparación a las especies objetivo, y en varios casos menor al aporte de otras especies fauna acompañante como jurel y jibia.

Los resultados señalan entonces que machuelo y bacaladillo son especies que forman parte de la fauna acompañante de peces pelágicos que habitan en las áreas de distribución de sardina común y anchoveta, pero no constituyen especies objetivos de embarcaciones cerqueras artesanales.

6.8. Caracterización genética

En la primera etapa del estudio, se obtuvieron extractos de ADN de buena calidad, tanto para *N. crockeri* como para *E. maculatum*, lo cual nos llevo a amplificar 3 genes (ITS, D-loop y CO I), en el caso del gen ITS, este debe seguir un proceso de estandarización mas a fondo, ya que si bien es cierto amplifico, no puede ser utilizado en estudios posteriores, ya que se observo la presencia de bandeos inespecíficos. Con respecto a los genes Citocromo Oxidasa I y D-Loop, ambos mitocondriales, se obtuvieron amplificaciones positivas, lo cual hace que sean genes candidatos a digerir o secuenciar en la segunda etapa de este estudio y así ampliar los estudios con marcadores moleculares en estas especies.

Se propone trabajar con la técnica PCR-RFLP (permite estudiar con una mayor cobertura el genoma) con genes del ADN mitocondrial (citocromo oxidasa I y/o Citocromo B), siendo esta una de las moléculas hereditarias más estudiadas dentro del genoma animal en los últimos años (Edwards & Skibinski, 1987). Se trata de una molécula de doble hebra circular, que posee entre 15.000 a 18.000 pb (pares de bases), de naturaleza haploide, y aunque comprende menos del 1% del total del genoma en cada célula, presenta características muy importantes por las cuales se elige para estudios moleculares, entre ellas están: su alta tasa de evolución con mayor deriva génica. Esta molécula contiene en promedio, 37 genes; siendo uno de los más utilizados el segmento correspondiente al complejo enzimáticos respiratorio del Citocromo b. Este gen ha sido ampliamente utilizado para estudios genéticos en peces y otras taxa arrojando niveles de polimorfismo adecuados para fines caracterización (Demboski et al., 1998; Docker et al., 1999; Farias et al., 2001; Poulin et al., 2004).

En cuanto a genes nucleares, los genes ribosomales son muy utilizados en el análisis de genética poblacional, ya que están compuestos de segmentos que evolucionan a distinta velocidad. La región que presenta una baja tasa de evolución puede ser utilizada para la comparación genética de especies que están poco relacionadas,

mientras los segmentos que presentan una tasa de evolución mayor, como son los espaciadores ETS (External Transcribed Spacer) e ITS (Internal Transcribed Spacer), los hace muy útil en la comparación genética de grupos estrechamente relacionados, como son organismos de una misma especie dentro de una población. Recientemente los análisis del ITS, basados en la PCR se han convertido en el método de elección al analizar poblaciones o especies cercanamente relacionadas, es por esta razón que son de gran importancia, por lo cual se tratara en esta segunda etapa del estudio poder estandarizarlo para así tener amplificaciones de buena calidad y marcadores genéticos para ambas especies.

Los resultados preliminares obtenidos en este trabajo, se fortalecerán conociendo la biología y comportamiento de esta especie, además nos servirán para que en el futuro sean utilizados en la evaluación y manejo de las poblaciones de estos recursos naturales y lograr la identificación de él o los stocks sobre los cuales se está ejerciendo la acción pesquera o de extracción, además del nivel de migración o flujo génico que conecta las subpoblaciones o stocks; ya que el stock es la unidad básica sobre la cual deben sostenerse las evaluaciones y las medidas de ordenamiento (Grant & Waples, 2000; Tyler, 1988). La finalidad de identificar los stocks de un recurso en particular es entender la dinámica de su diferenciación espacial y temporal, y aplicar estos conceptos en la conservación y manejo de las especies (Winans, 1987).

El conocimiento de la manera en que los factores genéticos contribuyen a la formación de stocks es relevante para la planificación de la explotación de un recurso, ya que su conocimiento como unidades de pescas independientes o conjuntas puede evitar la pérdida de características poblacionales importantes y permitir la conservación de su patrimonio genético (Allendorf et al., 1987). Al desconocer el número de poblaciones existentes dentro de una especie bajo explotación, puede que la política de manejo no alcance metas de conservación del recurso a largo plazo, ya que la población podría sufrir una seria erosión en su estructura genética o una posible extinción local (Ovenden, 1990).

7 CONCLUSIONES

- De acuerdo con la estadística proporcionada por el Servicio Nacional de Pesca, la flota cerquera que declaró desembarque de bacaladillo y machuelo en el periodo 2004-2006, se concentra en la VIII Región y corresponde a la que opera sobre sardina común y anchoveta. La mejor medida del esfuerzo es el viaje con pesca.
- La fracción poblacional de bacaladillo vulnerable a redes de cerco está compuesta por individuos de pequeño tamaño, compuestos principalmente por machos, pero con un incremento en la proporción de hembras con el aumento en el tamaño. La relación longitud-peso sería aproximadamente isométrica.
- La fracción poblacional de machuelos vulnerable a redes de cerco está compuesta por individuos de tamaño medio y adulto. La relación longitud-peso sería aproximadamente isométrica.
- Los parámetros estimados del modelo de crecimiento de von Bertalanffy son para el bacaladillo $L_{\infty}=12,94$ cm, $K=0,347$ año⁻¹ y $t_0=0,929$ años. Para el machuelo son $L_{\infty}=43,09$ cm, $K=0,187$ año⁻¹ y $t_0=0,615$ año.
- El bacaladillo presentaría 2 periodos de actividad máxima reproductiva (estival e invernal), y en el caso de machuelo existiría por lo menos un periodo reproductivo estival.
- Las mayores abundancia de huevos y larvas de bacaladillo y machuelo ocurrirían en invierno y a fines del verano, lo cual concuerda con lo observado a lo largo de la costa de Chile central donde las especies de hábitos epipelágicos presentan desoves someros en invierno cuando dominan los vientos del norte, que reducen el transporte advectivo de huevos y larvas.
- La dieta de machuelo es zooplanctófaga dominada por copépodos, al igual que en bacaladillo donde la especie más importante en los contenidos estomacales fue *Paracalanus parvus*.

- La PCR permite amplificar con éxito el fragmento D-Loop y Citocromo Oxidasa I, lo cual es un gran avance para estudios posteriores en las especies *N. crockeri* y *E. maculatum*.
- Para análisis posteriores, pueden reunirse un número mayor de muestras por área de distribución de las especies, e incluir más localidades en el estudio, lo cual permitiría hacer estudios de estructuración genética para ambas especies
- El bacaladillo y el machuelo son especies fauna acompañante de la pesquería de cerco de sardina española, sardina común y anchoveta en Chile centro-sur, y no constituyen especies objetivos de esta flota.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguayo, M. & H. Steffens. 1986. Edad y crecimiento de *Scomber japonicus* del Norte de Chile. *Investigación Pesquera*, 33: 61-76.

Allendorf, F., Ryman, N. & F. Utter. 1987. Genetics and fishery management: past, present and future. In: Ryman, N. & Utter, F., eds. *Population Genetics and Fishery Management*. Seattle and London: Washington Sea Grant Publications/ Univ. Washington Press. 1-19 pp.

Anon., 1999 Fish collection database of the Natural History Museum, London (formerly British Museum of Natural History (BMNH)). Natural History Museum, London (formerly British Museum of Natural History (BMNH)).

Anon., 2000 Fish collection database of the Gulf Coast Research Laboratory (GCRL). The Gulf Coast Research Laboratory (GCRL), Ocean Springs, Mississippi, USA.

Anon., 2000a The ichthyological collection of the Zoological Museum Hamburg (ZMH). Division of Ichthyology and Herpetology, Zoological Museum Hamburg (ZMH).

Anon., 2001 Fish collection database of the National Museum of Natural History (Smithsonian Institution). Smithsonian Institution - Division of Fishes.

Anon., 2001a Fish collection database of the Zoological Museum, University of Copenhagen. Zoological Museum, University of Copenhagen.

Anon., 2002 Fish collection database of the American Museum of Natural History. American Museum of Natural History, Central Park West , NY 10024-5192, USA..

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.

Arnheim, N., White, T. & E. Rainey. 1990. Application of PCR: Organismal and Population Biology. *BioScience*, 40 (3): 174 – 182.

Arruda, L.M. 1987. On the annual cycle of ring formation in horse mackerel, *Thachurus thachurus*, otoliths off Portugal and its implication on age determination. Proc. V Congr. europ. Ichthyol, Stockholm 1985: 229-232.

Atlas, R. & A. Bej. 1994. Polymerase Chain Reaction. 418- 435 pp. In. Methods for general and molecular bacteriology. Capítulo XIX. Washington, D.C.

Bahamonde, N. & G. Pequeño. 1975. Peces de Chile. Lista Sistemática. Museo Nacional de Historia Natural, Publicacion Ocasional, 21: 1-20.

Balbontín, F. & R. Bernal. 1997. Distribución y abundancia del ictioplancton en la zona austral de Chile. *Ciencia y Tecnología del Mar* 20: 155-163.

Balbontín, F. & R. Bravo. 1999. Distribución, abundancia y agrupaciones del ictioplancton en un área de desove de merluza común frente a Valparaíso. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 34: 233-260.

Balbontín, F. & R. Pérez. 1980. Descripción de los estados larvales de *Normanichthys crockeri* (Perciformes: Normanichthyidae) del área de Valparaíso, Chile. *Revista de Biología Marina* 17: 81-95.

Beamish, R.J. & G.A. McFarlane. 1983. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Trans. Am. Fish. Soc.* 112:735-743.

Bearez, P., 1996 Lista de los peces marinos del Ecuador continental. *Rev. Biol. Trop.* 44(2):731-741.

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.

Beyer, J.E. 1990. On the length-weight relationship. Part II. Computing the mean weight of the fish in a given length class. *Fishbyte* 9(2): 50-54.

Boehlert, G., 1985. Using objective criteria and multiple regression models for age determination in fishes. *Fish. Bull.* 83:103-117.

Biología Marina, 2004 Nomina de especies comerciales de Chile. Biología Marina website.

Campana, S.E. & C.M. Jones. 1992. Analysis of otolith microstructure data, p. 73-100. In D.K. Stevenson and S.E. Campana (Ed.) *Otolith microstructure examination and analysis*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 117 p.

Carl, H., 2003 Danish fish names. Zoological Museum of Copenhagen. Unpublished.

Castillo, G., & A. Arrizaga. 1987. Edad y crecimiento del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols, 1920) en aguas de Chile Central. *Biol. Pesq.* 16: 19-33.

Castro, L.R. 2001. Environmental conditions and larval survival during the winter spawning season of the southernmost anchoveta stock off Chile. *GLOBEC Newsletter*. Vol 7 (2): 15-17.

Castro, L.R., R. Quiñones, H. Arancibia, D. Figueroa, R. Roa, M. Sobarzo & M. Retamal. 1997. Áreas de desove de anchoveta y sardina común en la zona central. Informe Final proyecto FIP96-11. 235 p.

Castro, L.R., G.R. Salinas & E.H. Hernández. 2000. Environmental influences on the winter spawning of the anchoveta *Engraulis ringens* off central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 197: 247-258.

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.

Chirichigno, N.F., 1974 Clave para identificar los peces marinos del Perú. *Inf. Inst. Mar Perú* (44):387 p.

Chirichigno, N.F. & J. Vélez D. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú (Segunda edición, revisada y actualizada). Instituto del Mar del Perú, Publicación especial. 1-496, 4 pls.

Chirichigno, N.F. & M. Cornejo. 2001. Catálogo comentado de los peces Marinos del Peru. Instituto del Mar del Perú, Publicación especial. 1-314.

Clark, H. W. 1937. New fishes from the Templeton Crocker expedition of 1934-35. Copeia 1937. Nº 2: 88-91.

Coppola, S.R., W. Fischer, L. Garibaldi, N. Scialabba and K.E. Carpenter, 1994 SPECIESDAB: Global species database for fishery purposes. User's manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 9. Rome, FAO. 103 p.

Cubillos, L. 1994. Comparación del crecimiento individual. En: Pre-Informe Final Proyecto FIP Nº 93-17 "Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona norte (Regiones I y II). Instituto de Fomento Pesquero/Universidad Arturo Prat/Instituto de Investigación Pesquera, 221 p. 66 figs. + 93 tablas + 4 fotos.

Cubillos, L., L. Castro & C. Oyarzún. 2005. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Región, año 2004. Informe Final proyecto FIP2004-03. 136 p.

Cubillos, L. S. Núñez, P. Ruiz, F. Vejar, J. Oliva, G. Claramunt, G. Herrera, P. Pizarro, Y. Muñoz, E. Díaz, C. Oyarzún, S. Gacitua, G. Aedo, P. González, C. Valero, E. Daza, E. Leal, L. Castro, R. Roa, R. Veas, H. Rebolledo, C. Pino, A. Sepúlveda, C. Alarcón. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Región, año 2002. Informe Final proyecto FIP2002-14. 131 p.

Cubillos, L., C. Pino, A. Sepúlveda & M. Araya. 2004. Growth of *Macruronus magellanicus* of the center south Chile using otolith weight-age relationships. Fish. Res. 66: 145-156.

Demboski, J., Brandy, K., Jacobsen, K. & J. Cook. 1998. Implications of cytochrome b sequence variation for biogeography and conservation of the northern flying squirrels (*Glaucomys sabrinus*) of the Alexander Archipelago, Alaska. Can. J. Zool., 76(9): 1771–1777.

Docker, M., Youson, J., Bemish, R. & R. Devlin. 1999. Phylogeny of the lamprey genus *Lampetra* inferred from mitochondrial cytochrome b and ND3 gene sequences. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56(12): 2340-2349.

Doebley, J. & J. Wendel. 1989.. Application of RFLPs to plant systematics. In: Helentjarus, T.; Barr, B. (Eds.). Development and application of molecular markers to problems in plant genetics. New York, U.S.A. Cold Spring Harbor Laboratories. p.57-67.

Farias, I., Ortí, G., Samparo, I., Schneider, H. & A. Meyer. 2001. The cytochrome b gene as phylogenetic markers: The limits of resolution for analyzing relationships among cichlid fishes. *J. Mol. Evol.*, 53: 89-103.

Erlich, H. & N. Arnheim. 1992. Genetic analysis using the polymerase chain reaction. *Annu. Rev. Genet.*, 26: 479 – 506.

Edwards, C & D. Skibinski. 1987. Genetic variation of mitochondrial DNA in mussel (*Mytilus edulis* and *M. galloprovincialis*) population from South West England and South Wales. *Marine Biology*, 94: 547-556.

Eschmeyer, W. N. 1998. Catalog of Fishes. California Academy of Sciences, San Francisco.

Fajen, A. & F. Breden. 1992. Mitochondrial DNA sequence variation among natural populations of the Trinidad guppy, *Poecilia reticulata*. *Evolution*, 46: 1457-1465 pp.

FAO. 1982. Report of the technical consultation on the methodologies used for age-reading. *FAO Fishery Report N° 257*, 104 p.

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.

Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R. & R. Vrijenhoek. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.* ,3: 294-297.

Food and Agriculture Organization, 1992 FAO yearbook 1990. Fishery statistics. Catches and landings. FAO Fish. Ser. (38). FAO Stat. Ser. 70:(105):647 p.

Fowler, H. W. 1951. Analysis of the fishes of Chile. Rev. Chilena Hist. Nat., 51–53, 263–326.

Fuentes, H., E. Antonietti and P. Muck, 1989 Alimentación de la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) de la zona de Paita. Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste Viña del Mar, 9-13 Mayo 1988., Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), Rev. Pacífico Sur (Número Especial).

González, P. and C. Oyarzún, 2003 Diet of the Chilean sandperch, *Pinguipes chilensis* (Perciformes, Pinguipedidae) in the southern Chile. J. Appl. Ichthyol. 19(6):371-375.

Grande, L. 1985. Recent and fossil clupeomorph fishes with materials for revision of the subgroups of clupeoids. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. v. 181 (art. 2): 231-372.

Grant, W & R. Waples. 2000. Spatial and Temporal Scales of genetic variability in marine and anadromous species: In: T. Parsons & P. Harrison. Editores. Implications for fisheries oceanography, 93 pp.

Greenwood, P. H., Rosen, D. E., Weitzman, S. H. & G.S. Myers. 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 1341, 339–456.

Grijalva-Chon, J., J. Kumachi, K. Sosa- Nishizaki & J. de la Rosa-Vélez .1994. Mitochondrial DNA analysis of North Pacific swordfish *Xiphias gladius* population structure. Marine Ecology Progress Series, 115: 15-19 p.

Hanel, L. & J. Novák, 2001 České názvy zivocichu V. Ryby a rybovití obratlovci (Pisces) II., nozdratí (Sarcopterygii), paprskoploutví (Semionotiformes) [chrupavčití (Chondrostei), kostnatí (Neopterygeii): kostlíni (zoologické Semionotiformes. - bezostní (Clupeiformes)]. - Národní muzeum (zoologické oddělení), Praha.

Hernández-Miranda, E., Palma A.T. & F.P. Ojeda. 2003. Larval fish assemblages in nearshore coastal waters off central Chile: temporal and spatial patterns. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56:1075–1092

Herrera, G., E. Tarifeño & M.C. Orellana. 1987. Descripción de huevos y primeras fases larvales de la sardina común (*Strangomera bentincki*) y del machuelo (*Ethmidium maculatum*). *Biología Pesquera* 16: 107-113.

Hillis, D & M. Dixon. 1991. Ribosomal DNA: Molecular evolution and molecular phylogenetic inference. *The quarterly Review of Biology*, 66: 411-446.

Hureau, J.-C. 1991 La base de données GICIM: Gestion informatisée des collections ichthyologiques du Muséum. p. 225-227. In Atlas Préliminaire des Poissons d'Eaux Douce de France. Conseil Supérieur de la Pêche, Ministère de l'Environnement, CEMAGREF et Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

Inostroza, P., M Landaeta & L Castro. 2005. Crecimiento y mortalidad larval del mote (*Normanichthys crockeri*) (Normanichtidae, Scorpaeniformes) en Chile central durante 2001 y 2002. Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR), Viña del Mar, Mayo 16-20, 2005.

Junquera, S., Román, E., Morgan, J., Sainza, M., and Ramilo, G. 2003. Time scale of ovarian maturation in Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*, Walbaum). *ICES Journal of Marine Science*, 60: 767 –773.

Kocher, T.D. Thomas, W.K. & A. Meyer. 1989. Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals. *Proc. Natl. Acad Sci, USA.*, 86: 6196-6200.

Konchina, Y.V. 1983 The feeding niche of the hake, *Merluccius gayi* (Merluccidae), and the jack mackerel, *Trachurus symmetricus* (Carangidae), in the trophic system of the Peruvian coastal upwelling. *J. Ichthyol.* 23(2):87-98.

Krautz . M.C., González, M. & L.R. Castro. 2003. Detection of anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns 1842) eggs in euphausiid diets using immunoassays (ELISA). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 294. pages: 27– 39

Landaeta, M.F. & L.R. Castro. 2002. Spring spawning and early nursery zone of the mesopelagic fish *Maurolicus parvipinnis* at the coastal upwelling zone off Talcahuano, central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 226: 179-191.

Landaeta, M.F. & L.R. Castro. 2006. Spawning and larval survival of the Chilean hake *Merluccius gayi* under later summer conditions in the Gulf of Arauco, central Chile. *Fisheries Research* 77: 115-121.

Landaeta, M.F. & L.R. Castro. en revisión. Variabilidad estacional en los patrones espaciales de las asociaciones ictioplanctónicas de la zona de fiordos de Chile austral. *Ciencia y Tecnología del Mar*.

Landaeta, M.F., R. Veas, J. Letelier & L.R. Castro. en revisión a. Vertical structure of larval fish assemblages during spring and winter off central Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.

Landaeta, M.F., G.A. Herrera, M. Pedraza, C.A. Bustos & L.R. Castro. en revisión b. Reproductive tactics and larval development of bigeye flounder, *Hippoglossina macrops* off central Chile. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*.

Loeb, V.J. & O. Rojas. 1988. Interannual variation of ichthyoplankton composition and abundance relations off northern Chile, 1964-83. *Fishery Bulletin* 86: 1-24.

Mandrytsa, S. A. 1993. The peculiarities of the seismosensory system of *Normanichthys crockeri* Clark (Scorpaeniformes: Normanichthyidae). *Trudy Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR Vol.* 235 (for 1991): 9-21.

Matamala, N.C., 2004 Lista de peces de Chile. webpage 'Peces de Chile: Principales Peces Marinos de Importancia Comercial de la Zona Centro-Sur de Chile.

Meyer, A. 1994. DNA technology and Phylogeny of fish. In: Genetics and Evolution of Aquatic Organisms. Ed. A.R Beaumont, Chapman & Hall London.

Montoya, R., Gómez, P., Gonzáles, M., Henríquez, M. & A. Candía. 1996. Amplificación de genes por PCR y su aplicación al estudio de la biodiversidad. Bol. Soc. Concepción, 67: 43 – 51.

Montoya, M. 2000. Estandarización de la técnica de PCR y utilización de enzimas restricción para observar el polimorfismo en muestras de *Xiphias gladius* (pez espada) en Chile. Seminario para optar al Título de Biología Marina. Universidad de Concepción 40 pp.

Neira, F.J., A.G. Miskiewicz & T. Trnski. 1998. Larvae of temperate Australian fishes. Laboratory guide of larval fish identification. University of Western Australia Press. 474 p.

Nelson, J.S., 1984 Fishes of the world. 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. 523 p.

Norman, J.R. 1938. On the affinities of the Chilean fish *Normanichthys crockeri* Clark. Copeia, 1: 29-32.

Orellana, M.C. 1981. Estudio comparativo de larvas de Clupeiformes de la costa de Chile. Memoria de título. Universidad de concepción. 123 p.

Orellana, M.C. & F. Balbontín. 1983. Estudio comparativo de las larvas de clupeiformes de la costa de Chile. Revista de Biología Marina 19: 1-46.

Oyarzún, C. 1997. Análisis de la diferenciación poblacional: el caso de *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) de la costa de Chile. Tesis Doctoral. Universidad de Concepción. 93 pp.

Ovenden, J. 1990. Mitochondrial DNA and marine stock assesment: A review. Aust. J. Mar. Freshwater Res, 41: 835-853.

Palumbi, S. 1996. Nucleic Acids II: The Polymerase Chain Reaction. In: Molecular Systematics. Hillis, D; C. Moritz & B. Mable (Ed). 1996. Sinauer Associates, Inc. Publishers. USA. 665 pp.

Pequeño. G. 1989. Peces de Chile, lista sistemática revisada y comentada. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 24: 1-132.

Pequeño, G. 1997. Peces de Chile. Lista Sistemática revisada y comentada: Addendum. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 32: 77-94.

Perez, R. 1978. Identificación de huevos y larvas planctónicas de peces de la Bahía de Valparaíso. Informe de Práctica. Universidad Católica de Chile. 238 p.

Poulin, E., Cardenas, L., Hernandez, C., Kornfield, I. & P.Ojeda. 2004. Resolution of the taxonomic status of Chilean and Californian jack mackerels using mitochondrial DNA sequences. Journal of Fish Biology, 65:1160-1164

Radtke, R.L., Fine, M.L. & J. Bell. 1985. Somatic and otolith growth in the oyster toadfish (*Opsanus tau* L.). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., Vol. 90, 259-275.

Reznick, D., E. Lindbeck & H. Bryga. 1989. Slower growth results in larger otoliths: an experimental test with guppies (*Poecilia reticulata*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46:108-112.

Ramírez, A. 2002. Distribución, abundancia, composición por tallas y estimación de tasas de mortalidad de huevos y larvas de *Normanichthys crockeri* en la zona central de Chile, entre Septiembre y Noviembre de 1996. Unidad de Investigación. Magíster en Ciencias mención Pesquerías. Universidad de Concepción.

Ricker, W.E., 1973 Russian-English dictionary for students of fisheries and aquatic biology. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.

Rojas, P.M., R. Escribano & V.H. Marín. 2002. Fish larvae distribution off Mejillones Peninsula (northern Chile) during a coastal upwelling event in spring 1999: interactions with the cold upwelling plume. Fisheries Oceanography 11: 233-244.

Rojas de Mendiola, B., 1966 Notas sobre la alimentación de la sardina y el machete en las aguas costaneras del Perú. Memoria del I Seminario Latino-Americano sobre el oceano Pacifico-Oriental, U. N. M. S. M.

Sanches, J.G. 1989 Nomenclatura Portuguesa de organismos acuáticos (proposta para normalizaçao estatística). Publicações avulsas do I.N.I.P. No. 14. 322 p.

Smith. W.L. & W.C. Wheeler. 2004. Polyphyly of the mail-cheeked fishes (Teleostei: Scorpaeniformes): evidence from mitochondrial and nuclear sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 32: 627–646

Thompson, W. F. 1916. Fishes collected by the United States Bureau of Fisheries steamer "Albatross" during 1888, between Montevideo, Uruguay, and Tome, Chile, on the voyage through the Straits of Magellan. *Proc. U. S. Natl. Mus.* v. 50 (no. 2133): 401-476, Pls. 2-6.

Tyler, A. 1988. Biological bases for management of groundfish resources of the west coast of Canada. *Fisheries Science and Management*. Wooster, W (Ed.). Springer-Verlag., 28: 216-234.

Valenciennes, A., 1847 Poissons. Catalogue des principales espèces de poissons, rapportées de l'Amérique méridionale. In A. d'Orbigny. *Voyage dans l'Amérique méridionale*.

Vargas, C.A. & L.R. Castro. 2001. Spawning of the Chilean hake (*Merluccius gayi*) in the upwelling system off Talcahuano in relation to oceanographic features. *Scientia Marina* 65: 101-110.

Vargas, C.A., G. Valenzuela, S.P. Núñez & D.F. Arcos. 1997. Role of oceanographic and topographic factors in the retention of hake (*Merluccius gayi gayi* Guichenot, 1848) larvae in the upwelling system of central-southern Chile. *Archives of Fisheries and Marine Research* 45: 201-222.

Vegas, G.E. & G. Pequeño. 1993. Contribution to the biology of *Normanichthys crockeri* Clark, 1937 (Osteichthyes, Scorpaeniformes). *Rev. Biol. Mar.* 28(1):1-36.

Vélez, J.A., W. Watson, E.M. Sandknop, W. Arntz & M. Wolf. 2003. Larval and osteological development of the mote sculpin (*Normanichthys crockeri*) (Pisces: Normanichthyidae) from the Independencia Bight, Pisco, Peru. *Journal of Plankton Research* 25: 279-290.

Velez. J.A., Watson, W., Arntz, W., Wolff, M. & S.B. Schnack-Schiel. 2005. Larval fish assemblages in Independencia Bay, Pisco, Peru: temporal and spatial relationships. *Marine Biology*. 147: 77–91

Wang, Z.Y., Second, G. & S.D. Tanskleyry. 1992. Polymorphism and phylogenetic relationships among species in the genus *Oryza* as determined by analysis of nuclear RFLPs. *Theor. Appl. Genet.* 83:565-581.

Washington, B. B., Eschmeyer, W.N. & and K.M. Howe. 1984. Scorpaeniformes: relationships. In: H. G. Moser et al., eds. *Ontogeny and systematics of fishes*. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Publ. No. 1: 438-447.

Washington, B.B., Moser, H. G., Laroche, W. A. & W.J. Richards. 1984a Scorpaeniformes: development. In Moser H. G., Richards W.J., Cohen D. M., Fahay M. P., Kendall A. W. Jr. and Richardson S. L. (eds), *Ontogeny and Systematics of Fishes*. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. Publ. No. 1., Allen Press, Lawrence, KS, pp. 405–428.

Whitehead, P.J.P. & M.-L. Bauchot. 1985. Catalogue critique des types de Poissons du Museum national d'Histoire naturelle. (Suite). Ordre des Clupeiformes (Familles des Clupeidae, Engraulididae et Denticipitidae). *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat. Ser. 4, Sect. A v. 7 (no. 4, Suppl.):* 1-77.

Whitehead, P.J.P. 1985. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 1 - Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. *FAO Fish. Synop.* 125(7/1):1-303.

Wild, A. 1986. Growth of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the Eastern Pacific Ocean based on otolith increment. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 18(6): 422-482.

Winans, G. 1987. Using morphometric and meristic characters for identifying stocks of fish. National Marine Fisheries Service Northwest and Alaska Fisheries Center. NOAA Technical.

Wu, H.L., Shao, K.T. & C.F. Lai, Editors, 1999 Latin-Chinese dictionary of fishes names. The Sueichan Press, Taiwan.

Yabe, M. 1985. Comparative osteology and myology of the superfamily Cottoidea and its phylogenetic classification. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. v. 32 (no. 1), p. 1-130

Yabe, M. & T. Uyeno. 1996. Anatomical description of *Normanichthys crockeri* (Scorpaeniformes, Incertae sedis: Family Normanichthyidae). Bull. Mar. Sci. Vol 58 (2), 494–510.

9 ANEXOS

ANEXO 1 TABLAS

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

EMS	ESTADO	ASPECTO GENERAL
I	Inmaduro	Ovarios y testículos ocupan cerca de 1/3 de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios rosáceos, traslúcidos, con ovocitos invisibles a simple vista. Testículos blancuzcos.
II	Virgen madurando y en recuperación	Ovarios y testículos ocupan casi la mitad de la longitud la cavidad abdominal. Ovarios rosáceos con ovocitos invisibles a simple vista. Testículos blancuzcos más o menos asimétricos.
III	Maduro	Los ovarios y testículos cubren cerca de 2/3 de la cavidad abdominal. Ovarios de color rosado a amarillento con aspecto granular, ovocitos visibles. Los ovocitos son grandes e indetectables a simple vista. Se observan vasos sanguíneos superficiales. Testículos blancuzcos a crema.
IV	Hidratado	Los ovarios y testículos ocupan toda la cavidad abdominal. Ovarios de color naranja opaco a rosado, casi transparentes, con vasos sanguíneos superficiales poco visibles. Al presionar fluyen ovocitos hidratados, transparentes, del doble de tamaño que los ovocitos de una gónada madura. Testículos blancuzcos crema y blandos.
V	En regeneración	Ovarios y testículos flácidos, distendidos, contraídos a la mitad de la cavidad abdominal. Las paredes son delgadas, flojas y lumen grande. Los ovarios pueden contener aún restos de ovocitos opacos, maduros y en desintegración, oscurecidos o translúcidos. Este ovario pasa a la etapa II de esta escala.

Tabla 2. Caracterización de los estadios ováricos de peces pelágicos, utilizando como base la escala modificada para hembras de sardina común y anchoveta.

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

Tabla 3. Número de estaciones realizadas y analizadas, Julio 2004 - Junio del 2006, en el marco de los proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819.

MES	Año	Nº Estaciones	Nº Muestras Analizadas
Julio	2004	20	20
Agosto	2004	16	16
Septiembre	2004	22	22
Octubre	2004	14	14
Noviembre	2004	12	12
Diciembre	2004	3	3
Enero	2005	9	9
Febrero	2005	3	3
Marzo	2005	4	4
Abril	2005	3	3
Mayo	2005	3	3
Junio	2005	6	6
Julio	2005	9	9
Agosto	2005	6	6
Septiembre	2005	6	2
Octubre	2005	6	2
Noviembre	2005	8	1
Diciembre	2005	5	1
Enero	2006	10	2
Febrero	2006	5	1
Marzo	2006	5	1
Abril	2006	5	1
Mayo	2006	5	1
Junio	2006	5	1
Total		190	143

Tabla 4. Secuencias de los partidores a utilizados para la amplificación PCR del segmento ITS del ADN nuclear; D-loop y Citocromo Oxidasa I del ADN mitocondrial en las especies *N. crockeri* y *E. maculatum*.

Partidor del Gen	Secuencia
D-loop	12 SAR-H -5'-ATAGTGGGGTATCTAATCCCAGTT-3' H00651 -5'-CAGAAGGCTAGGACCAAACCT-3' CB3R-L -5'- CATAAT AAACCCGAATGATATTT-3' L15926 -5'- TTACACCAGTCTTGTAACCG-3' L16007 -5'- CCCAAAGCTAAAATTCTA-3' L19 -5'-CCACTAGCTCCCAAAGCTA3' 42R L -5'- AGGGCTCTATCCGCTAGGCA-3'
ITS	1FP 5'-GTTTCCGTAGCTGAACCTGC-3' 2RP 5'- GTCTGATCTGAGGTC-3' 28U -5'-CGT TACTGAGGG AATCCTGGT - 3' 18D -5'-CAC ACC GCC CGT CGC TAC TAC CGA TTG – 3'
CITOCROMO OXIDASA I	LCO1 5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3' HCO1 5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3'

Tabla 5. Resumen de la operación de la flota en términos de número de barcos, viajes con pesca nominal (VCP), captura (toneladas), y rendimientos de pesca (ton/VCP) para bacaladillo y tritre.

	Año	Nº Barcos	VCP	Captura	Rendimiento
San Antonio	2004	14	43	778	18.1
	2005	12	32	245	7.7
	2006*	3	6	106	17.6
Coronel	2004	140	1620	23228	14.3
	2005	189	2503	33155	13.2
	2006**	163	4285	117163	27.3
San Vicente	2004	80	784	10539	13.4
	2005	102	1357	35442	26.1
	2006**	109	2015	63092	31.3
Talcahuano	2004	179	2694	34879	12.9
	2005	170	2323	33582	14.5
	2006**	184	3756	114162	30.4
Tome	2004	13	47	645	13.7
	2005	13	79	1087	13.8
	2006**	13	76	2149	28.3
Valdivia	2004	25	177	3426	19.4
	2005	19	72	798	11.1
	2006	18	96	699	7.3

*Enero-Marzo de 2006; **Enero-Junio de 2006.

Tabla 6. Resumen de embarques a bordo de embarcaciones artesanales cerqueras realizados entre Noviembre de 2005 y Mayo de 2006, en puertos desde la V a X regiones. Entre paréntesis el número de lances de pesca totales.

Puerto	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
San Antonio	0	0	0	0	2 * (4 lances)	0	0
Talcahuano- San Vicente	1 (1 lance)	0	0	1 (1 lance)	3 (6 lances)	1 (1 lance)	2 (2 lances)
Coronel- Lota	8 (9 lances)	3 (5 lances)	0	1 (6 lances)	5 (11 lances)	2 (4 lances)	2 (2 lances)
Valdivia	0	2 (4 lances)	0	1 (2 lances)	0	4 (9 lances)	3 ** (6 lances)

** con bote.

* 1 de las salidas fue realizada por un bote con un total de 4 lances de pesca con red de enmalle.

Tabla 7. Coeficientes del Modelo Lineal Generalizado con estructura de error Gamma para estandarizar los rendimientos de pesca de bacaladillo-machuelo en el periodo 2004-2006.

Factor		Coefficientes	Std.Error	Valor-t	Pr(> t)
	Intercepto	2.910661	0.113247	25.702	<0.001 ***
Año	2005	0.175386	0.017689	9.915	<0.001 ***
Año	2006	0.754867	0.016822	44.875	<0.001 ***
Mes	Feb	-0.572383	0.113632	-5.037	4.76E-07 ***
Mes	Mar	-0.321065	0.11349	-2.829	0.004673 **
Mes	Abr	-0.41658	0.113862	-3.659	0.000254 ***
Mes	May	-0.309092	0.114402	-2.702	0.006902 **
Mes	Jun	-0.12328	0.11803	-1.044	0.296274
Mes	Jul	-0.255855	0.121359	-2.108	0.03502 *
Mes	Ago	0.328512	0.156939	2.093	0.036338 *
Mes	Sep	-0.255064	0.115592	-2.207	0.027352 *
Mes	Oct	-0.344463	0.118118	-2.916	0.003546 **
Mes	Nov	-0.687632	0.125967	-5.459	4.84E-08 ***
Mes	Dic	-0.293653	0.174892	-1.679	0.093156 .
Puerto	San Antonio	0.00321	0.102612	0.031	0.975042
Puerto	San Vicente	0.28156	0.017416	16.167	<0.001 ***
Puerto	Talcahuano	0.051949	0.014255	3.644	0.000269 ***
Puerto	Tomé	0.006246	0.064642	0.097	0.92303
Puerto	Valdivia	-0.012146	0.05125	-0.237	0.812667

Tabla 8. Clave talla-edad del bacaladillo.

Longitud total	Grupo de edad					Total
	0	I	II	III	IV	
3,5	1					1
4,0	4					4
4,5	5					5
5,0	17					17
5,5	39	1				40
6,0	74	14				88
6,5	48	65	1			114
7,0	16	130	1			147
7,5	2	184	3			189
8,0		156	17			173
8,5		99	80			179
9,0		16	111	2		129
9,5			89	6		95
10,0			34	32		66
10,5			4	20	2	26
11,0			1	4	4	9
11,5				1	1	2
Total	206	665	341	65	7	1.284

Tabla 9. Clave talla-edad del machuelo.

Longitud	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	Total
11	2								2
12	4								4
13	7								7
14	14								14
15	18								18
16	18								18
17	2								2
18	1	1							2
19		19							19
20		20							20
21		22							22
22		11							11
23		8							8
24		14	1						15
25		18	3						21
26		25	11						36
27		19	37						56
28		15	60						75
29		6	59	2					67
30			28	1					29
31		1	6	2					9
32			3	7					10
33			3	12	1				16
34			2	16					18
35			3	28	12	1			44
36			1	26	30	2		1	60
37				25	54	8			87
38				12	54	27			93
39				3	36	31	7	1	78
40				1	22	24	4		51
41					6	11	8	1	26
42					1	3	1	1	6
43						2	1		3
Total	66	179	217	135	216	109	21	4	947

Tabla 10. Resumen de estadísticos calculados sobre la base del IGS en bacaladillo, con muestras provenientes de embarcaciones con puerto base en Coronel-Lota. d.e. = desviación estándar, c.v. = coeficiente de variación, n = número de individuos.

Mes	Machos				Hembras			
	media	d.e.	c.v.	n	media	d.e.	c.v.	n
Julio	1,5	0,6	36,9	32	4,7	1,6	34,6	8
Agosto								
Septiembre	5,8	1,4	24,0	4	9,5			1
Octubre	5,0	1,7	32,7	22	8,9	1,5	17,0	15
Noviembre	5,0	2,5	50,0	243	6,4	2,8	44,6	112
Diciembre	5,7	2,6	46,5	19	5,3	1,5	28,5	23
Enero								
Febrero					3,8			1
Marzo	0,9	1,0	109,8	55	1,4	1,8	126,1	25
Abril	4,8	1,8	38,2	22	6,5	4,4	67,0	15
Mayo	1,1	1,2	110,1	52	1,5	1,2	81,0	45

Tabla 11. Resumen de estadísticos calculados sobre la base del IGS en machuelo, con muestras provenientes de embarcaciones con puerto base en Talcahuano-Coronel-Lota. d.e. = desviación estándar, c.v. = coeficiente de variación, n = número de individuos.

	Machos				Hembras			
	media	d.e.	c.v.	n	media	d.e.	c.v.	n
Julio								
Agosto								
Septiembre	0,20	0,13	67	6	0,04	0,02	52	31
Octubre	7,72	1,51	20	10	7,24	1,54	21	6
Noviembre	9,21	0,85	9	4	5,67	2,42	43	3
Diciembre								
Enero								
Febrero								
Marzo								
Abril								
Mayo								

Tabla 12. Abundancia media, desviación estándar (DE) y valor máximo (ind. x 10 m⁻²) de huevos, larvas en preflexión y postflexión de bacaladillo, *N. crockeri*, para cruceros oceanográficos llevados a cabo entre 1996 y 2005 frente a Chile central.

Latitud	Huevos			Larvas en preflexión			Larvas en postflexión		
	Media	DE	Max	Media	DE	Max	Media	DE	Max
Latitud 33° - 37°30'S									
Octubre 1996	16.66	21.17	89.41	24.59	28.94	111.47	14.97	14.98	53.75
Noviembre 2001	22.06	37.18	104.64	8.64	8.94	27.24	5.79	3.65	14.13
Marzo 2002	788.02	2163.73	9693.16	50.69	99.52	374.65	13.19	13.82	55.20
Septiembre 2004	174.57	311.88	899.00	108.03	158.47	398.45	31.23	36.75	96.32
Septiembre 2005	158.77	325.23	1240.88	31.96	52.80	210.59	18.43	17.11	47.15
Latitud 37°30'S - 41°S									
Septiembre 1996	207.47	411.90	1515.20	8.52	5.69	16.47	-	-	-
Agosto 2004	56.79	57.21	192.92	96.95	38.48	134.20	15.14	-	15.14
Agosto 2005	44.24	36.14	109.91	-	-	-	-	-	-

Tabla 13. Abundancia media, desviación estándar (DE) y valor máximo (ind. x 10 m⁻²) de huevos, larvas en preflexión y postflexión de machuelo, *E. maculatum*, para cruceros oceanográficos llevados a cabo entre 1996 y 2005 frente a Chile central.

Latitud	Huevos			Larvas en preflexión			Larvas en postflexión		
	Media	DE	Max	Media	DE	Max	Media	DE	Max
Latitud 33° - 37°30'S									
Octubre 1996	22.66	24.10	77.41	7.97	11.19	43.75	3.13	1.45	4.61
Noviembre 2001	-	-	-	6.00	-	6.00	-	-	-
Marzo 2002	923.24	3201.30	12037.12	95.73	144.70	380.13	11.70	-	11.70
Septiembre 2004	36.87	28.31	68.73	10.34	-	10.34	9.75	-	9.75
Septiembre 2005	40.80	30.04	62.04	5.68	6.65	10.39	-	-	-
Latitud 37°30'S - 41°S									
Septiembre 1996	-	-	-	13.43	8.48	23.65	9.84	-	9.84
Agosto 2004	44.70	39.40	85.74	-	-	-	18.80	-	18.80
Agosto 2005	140.90	172.80	263.09	-	-	-	-	-	-

Tabla 14. Abundancia promedio mensual ($n/100m^3$) y desviación estándar (DS) de huevos de *N. crockeri* y *E. maculatum*, en la zona costera (<5 mn) frente a la VIII Región, Enero 2005 a Junio 2006; proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819.

Fecha	HUEVOS			
	<i>N. crockeri</i>		<i>E. maculatum</i>	
	Prom	DS	Prom	DS
ene-05	0,0	0,0	0,0	0,0
feb-05	25,0	0,0	0,0	0,0
mar-05	31,4	0,0	0,0	0,0
abr-05	169,3	144,6	0,0	0,0
may-05	2,7	1,4	0,0	0,0
jun-05	47,6	28,2	0,0	0,0
jul-05	7,4	3,7	0,0	0,0
ago-05	11,5	8,8	0,0	0,0
sep-05	25,6	19,3	0,0	0,0
oct-05	5,4	7,7	0,0	0,0
nov-05	7,8	6,6	0,0	0,0
dic-05	0,0	0,0	0,0	0,0
ene-06	61,9	87,6	0,0	0,0
feb-06	18,1	0,0	0,0	0,0
mar-06	60,7	0,0	0,0	0,0
abr-06	25,2	0,0	0,0	0,0
may-06	6,0	0,0	0,0	0,0
jun-06	7,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 15. Abundancia promedio mensual ($n/100m^3$) y desviación estandar (DS) de larvas de *N. crockeri* y *E. maculatum*, en la zona costera (<5 mn) frente a la VIII Región; proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819, Julio 2004 a Junio 2006.

Fecha	LARVAS			
	<i>N. crockeri</i>		<i>E. maculatum</i>	
	Prom	DS	Prom	DS
jul-04	0,0	0,0	0,0	0,0
Ago-04	10,0	10,9	0,0	0,0
sep-04	6,0	15,4	0,0	0,0
oct-04	1,0	3,6	0,0	0,0
Nov-04	0,4	0,9	0,0	0,0
dic-04	0,0	0,0	0,0	0,0
ene-05	0,0	0,0	0,0	0,0
feb-05	0,0	0,0	0,0	0,0
Mar-05	0,0	0,0	0,0	0,0
abr-05	0,0	0,0	0,0	0,0
May-05	0,0	0,0	0,0	0,0
jun-05	0,0	0,0	0,0	0,0
jul-05	0,0	0,0	0,2	0,5
Ago-05	0,0	0,0	0,0	0,0
sep-05	0,6	1,2	0,0	0,0
oct-05	1,4	1,9	0,0	0,0
Nov-05	0,0	0,0	0,0	0,0
dic-05	0,0	0,0	0,0	0,0
ene-06	0,0	0,0	0,0	0,0
feb-06	0,0	0,0	0,0	0,0
Mar-06	0,0	0,0	0,0	0,0
abr-06	1,0	2,3	0,0	0,0
May-06	0,0	0,0	0,0	0,0
jun-06	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 16. Número de estómagos analizados por especie, localidad, estación, y sexo durante la ejecución del proyecto.

ESPECIE	LOCALIDAD	SEXO	VERANO	OTONO	INVIERNO	PRIMAVERA	
MACHUELO	LOTA	Macho			4	135	
		Hembra			8	129	
		Indeterminado			0	4	
			subtotal			12	268
	CORRAL	Macho		53	94	103	
		Hembra		39	66	68	
		Indeterminado		0	0	5	
			subtotal	92	160	176	
		TOTAL especie	92	172	444		
BACALADILLO	LOTA	Macho	5	117	95	101	
		Hembra	2	89	45	63	
		Indeterminado	45	0	61	8	
			subtotal	52	206	201	172
	TALCAHUANO	Macho	35	34		189	
		Hembra	11	32		191	
		Indeterminado	18	0		0	
		subtotal	64	66		380	
		TOTAL especie	116	272	201	552	

Tabla 17. Escalas de llenado del estómago de machuelo (*E. maculatum*) por mes en la localidad de Corral. (Valores en frecuencia y porcentaje); (n = 426).

MES	Vacío	Poco	Medio	Casi lleno	Lleno
MAYO	28	59	2	0	0
JUNIO	6	21	12	1	1
JULIO	15	20	5	0	0
AGOSTO	29	40	11	0	0
SEPTIEMBRE	0	16	30	6	3
OCTUBRE	1	24	36	13	7
NOVIEMBRE	1	16	17	3	3
Total	80	196	113	23	14
En porcentaje	18.8	46.0	26.5	5.4	3.3

Tabla 18. Escalas de llenado del estómago de machuelo (*E. maculatum*) por mes en la localidad de Lota. (Valores en frecuencia y porcentaje); (n = 282).

MES	Vacío	Poco	Medio	Casi lleno	Lleno
MAYO					
JUNIO					
JULIO	8	6	0	0	0
AGOSTO					
SEPTIEMBRE	42	56	15	3	0
OCTUBRE	26	119	5	1	1
NOVIEMBRE					
Total	76	181	20	4	1
En porcentaje	27.0	64.2	7.1	1.4	0.4

Tabla 19. Resultados del Análisis de Varianza para el índice de llenado en peso (FWI) por mes (n = 554).

ANOVA	SC	g.l.	SCM	F	P
Mes	10,465	6	1,744	5,751	8,094e-06
Error	165,584	549	0,303		

Tabla 20. Frecuencia, número e índice de importancia numérica (IIN) de presas en los estómagos analizados de machuelo (*E. maculatum*) en el periodo de estudio para la localidad de Corral (n = 428).

ITEMS	F	N	%F	%N	IIN	%IIN
CRUSTACEA						
Copepodo	131	343726	30.6	80.44	1053.8	16.2
Larva Nauplius	35	2146	8.2	0.50	294.6	4.5
Larva zoea	93	30140	21.7	7.05	536.5	8.2
Larva Cipris	38	2262	8.9	0.53	306.7	4.7
Larva Mysis	43	32083	10.0	7.51	419.0	6.4
Larva megalopa	40	1359	9.3	0.32	310.9	4.8
Larva crustaceo	22	270	5.1	0.06	228.1	3.5
Isopodo	24	154	5.6	0.04	237.6	3.7
Euphausido	9	55	2.1	0.01	145.5	2.2
Amphipodo	40	449	9.3	0.11	307.4	4.7
Ostracodo	58	12016	13.6	2.81	404.5	6.2
Resto NI	48	892	11.2	0.21	338.0	5.2
POLICHAETA						
Poliqueto	17	73	4.0	0.02	199.7	3.1
MOLLUSCA						
Bivalvo	11	55	2.6	0.01	160.7	2.5
TELEOISTEI						
Huevo Engraulidae	6	32	1.4	0.01	118.7	1.8
Huevo Clupeidae	60	1440	14.0	0.34	378.9	5.8
Restos NI	40	43	9.3	0.01	305.9	4.7
Fitoplancton	22	22	5.1	0.01	226.8	3.5
Item NI	20	71	4.7	0.02	216.6	3.3
Material Vegetal	42	42	9.8	0.01	313.4	4.8
TOTAL		427330		100.00	6503.2	100.0

Tabla 21. Frecuencia, número e índice de importancia numérica (IIN) de presas en los estómagos analizados de machuelo (*E. maculatum*) en el periodo de estudio para la localidad de Lota (n = 276).

ITEMS	F	N	%F	%N	IIN	%IIN
CRUSTACEA						
Copepodo	32	7178	11.6	91.00	1012.9	24.2
Larva Nauplius	0	0	0.0	0.00	0.0	0.0
Larva zoea	26	438	9.4	5.55	386.9	9.2
Larva Cipris	2	3	0.7	0.04	87.3	2.1
Larva Mysis	7	8	2.5	0.10	162.4	3.9
Larva megalopa	5	7	1.8	0.09	137.9	3.3
Larva crustaceo	4	4	1.4	0.05	122.5	2.9
Isopodo	6	8	2.2	0.10	150.8	3.6
Euphausido	2	2	0.7	0.03	86.6	2.1
Amphipodo	2	2	0.7	0.03	86.6	2.1
Ostracodo	2	2	0.7	0.03	86.6	2.1
Resto NI	17	86	6.2	1.09	269.3	6.4
POLICHAETA						
Poliqueto	1	1	0.4	0.01	61.2	1.5
MOLLUSCA						
Bivalvo	2	7	0.7	0.09	90.2	2.2
TELEOISTEI						
Huevo Engraulidae	7	12	2.5	0.15	164.0	3.9
Huevo Clupeidae	6	31	2.2	0.39	160.2	3.8
Restos NI	33	33	12.0	0.42	351.8	8.4
Fitoplancton	47	47	17.0	0.60	419.8	10.0
Item NI	4	5	1.4	0.06	123.0	2.9
Material Vegetal	14	14	5.1	0.18	229.1	5.5
TOTAL		7888		100	4189.1	100.0

Tabla 22. Valores de similitud de la dieta entre sexos (intra e interlocalidad) para el machuelo, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 695)

		CORRAL		LOTA	
		MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA
CORRAL	MACHO	1.00	0.92	0.80	0.67
	HEMBRA	0.92	1.00	0.77	0.67
LOTA	MACHO	0.80	0.77	1.00	0.84
	HEMBRA	0.67	0.67	0.84	1.00

Tabla 23. Valores de similitud de la dieta entre sexos (intra e interlocalidad) para el machuelo, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 695).

		CORRAL		LOTA	
		MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA
CORRAL	MACHO	1.00	0.98	0.73	0.70
	HEMBRA	0.98	1.00	0.70	0.68
LOTA	MACHO	0.73	0.70	1.00	0.97
	HEMBRA	0.70	0.68	0.97	1.00

Tabla 24. Valores de similitud de la dieta entre estaciones en la localidad de Corral, para el machuelo, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 428)

	O T O N O	I N V I E R N O	P R I M A V E R A
O T O N O	1 . 0 0	0 . 7 4	0 . 7 0
I N V I E R N O	0 . 7 4	1 . 0 0	0 . 7 9
P R I M A V E R A	0 . 7 0	0 . 7 9	1 . 0 0

Tabla 25. Valores de similitud de la dieta entre estaciones en la localidad de Corral, para el machuelo, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 428)

	O T O N O	I N V I E R N O	P R I M A V E R A
O T O N O	1.00	0.67	0.38
I N V I E R N O	0.67	1.00	0.74
P R I M A V E R A	0.38	0.74	1.00

Tabla 26. Valores de similitud de la dieta entre intervalos de tallas para el machuelo evaluado a nivel intra e interlocalidad, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 708)

	CORRAL			LOTA		
	<28 cm	28-38 cm	>38 cm	<28 cm	28-38 cm	
CORRAL	<28 cm	1	0.85	0.81	0.87	0.88
	28-38 cm	0.85	1	0.91	0.76	0.76
	>38 cm	0.81	0.91	1	0.76	0.76
LOTA	<28 cm	0.87	0.76	0.76	1	0.98
	28-38 cm	0.88	0.76	0.76	0.98	1

Tabla 27. Valores de similitud de la dieta entre intervalos de tallas para el machuelo evaluado a nivel intra e interlocalidad, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n =708)

	CORRAL			LOTA		
	<28 cm	28-38 cm	>38 cm	<28 cm	28-38 cm	
CORRAL	<28 cm	1	0.85	0.67	0.54	0.54
	28-38 cm	0.85	1	0.93	0.72	0.72
	>38 cm	0.67	0.93	1	0.71	0.71
LOTA	<28 cm	0.54	0.72	0.71	1	1.00
	28-38 cm	0.54	0.72	0.71	1.00	1

Tabla 28. Escalas de llenado del estómago de bacaladillo (*N. crockeri*) por mes durante el periodo de estudio. (Valores en frecuencia y porcentaje); (n = 1141).

	con contenido	Vacio
DICIEMBRE	18	5
FEBRERO	68	25
MARZO	68	16
ABRIL	104	15
MAYO	30	39
JUNIO	16	27
JULIO	80	78
SEPTIEMBRE	38	14
OCTUBRE	283	45
NOVIEMBRE	126	46
	831	310
En Porcentaje	72.83	27.17

Tabla 29. Frecuencia, número e índice de importancia numérica (IIN) de presas en los estómagos analizados de bacaladillo (*N. crockeri*) en el periodo de estudio para la localidad de Lota (n = 631).

ITEMS	F	N	F%	N%	IIN	IIN%
CRUSTACEA						
Copepodo	115	4003	18.2	82.4	3876	61.7
Larva Nauplius	1	16	0.2	0.3	23	0.4
Larva zoea	5	12	0.8	0.2	44	0.7
Larva Mysis	1	5	0.2	0.1	13	0.2
Larva megalopa	7	45	1.1	0.9	101	1.6
Stomatopoda	2	2	0.3	0.0	11	0.2
Euphausido	1	3	0.2	0.1	10	0.2
Resto NI	32	32	5.1	0.7	183	2.9
POLICHAETA						
Poliqueto	13	68	2.1	1.4	170	2.7
Appendicularia	2	29	0.3	0.6	44	0.7
ASCIDACEA	1	1	0.2	0.0	6	0.1
BRANCHIOPODA						
Cladocera	22	199	3.5	4.1	378	6.0
QUETOGNATA	12	246	1.9	5.1	310	4.9
TELEOISTEI						
Huevo Engraulidae	1	2	0.2	0.0	8	0.1
Restos NI	11	11	1.7	0.2	63	1.0
Item NI	182	182	28.8	3.7	1040	16.6
TOTAL		4856		100	6279.5	100

Tabla 30. Frecuencia, número e índice de importancia numérica (IIN) de presas en los estómagos analizados de bacaladillo (*N. crockeri*) en el periodo de estudio para la localidad de Talcahuano (n = 510).

ITEMS	F	N	F%	N%	IIN	IIN%
CRUSTACEA						
Copepodo	82	1211	16.1	63.4	3192	41.1
Larva Nauplius	3	3	0.6	0.2	30	0.4
Larva zoea	21	43	4.1	2.3	304	3.9
Larva Mysis	6	12	1.2	0.6	86	1.1
Larva megalopa	9	16	1.8	0.8	122	1.6
Stomatopoda	9	9	1.8	0.5	91	1.2
Euphausido	0	0	0.0	0.0	0	0.0
Resto NI	61	61	12.0	3.2	618	8.0
POLICHAETA						
Poliqueto	48	191	9.4	10.0	970	12.5
Appendicularia	2	10	0.4	0.5	45	0.6
ASCIDACEA						
	1	1	0.2	0.1	10	0.1
BRANCHIOPODA						
Cladocera	26	199	5.1	10.4	729	9.4
QUETOGNATA						
	2	2	0.4	0.1	20	0.3
TELEOISTEI						
Restos NI	13	13	2.5	0.7	132	1.7
Item NI	140	140	27.5	7.3	1418	18.3
TOTAL		1911		100	7767.3	100

Tabla 31. Valores de similitud de la dieta entre sexos (intra e interlocalidad) para el bacaladillo, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 745)

		LOTA		TALCAHUANO	
		MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA
LOTA	MACHO	1.00	0.91	0.75	0.56
	HEMBRA	0.91	1.00	0.80	0.62
TALCAHUANO	MACHO	0.75	0.80	1.00	0.79
	HEMBRA	0.56	0.62	0.79	1.00

Tabla 32. Valores de similitud de la dieta entre sexos (intra e interlocalidad) para el bacaladillo, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 745)

		LOTA		TALCAHUANO	
		MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA
LOTA	MACHO	1.00	1.00	0.97	0.91
	HEMBRA	1.00	1.00	0.96	0.90
TALCAHUANO	MACHO	0.97	0.96	1.00	0.96
	HEMBRA	0.91	0.90	0.96	1.00

Tabla 33. Valores de similitud de la dieta entre estaciones para el bacaladillo, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 831)

	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
INVIERNO	1.00	0.52	0.74	0.53
PRIMAVERA	0.52	1.00	0.71	0.64
VERANO	0.74	0.71	1.00	0.55
OTOÑO	0.53	0.64	0.55	1.00

Tabla 34. Valores de similitud de la dieta entre estaciones para el bacaladillo, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 831)

	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
INVIERNO	1.00	0.81	0.95	0.85
PRIMAVERA	0.81	1.00	0.89	0.94
VERANO	0.95	0.89	1.00	0.90
OTOÑO	0.85	0.94	0.90	1.00

Tabla 35. Valores de similitud de la dieta entre individuos por intervalos de tallas para el bacaladillo evaluado a nivel intra e interlocalidad, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 831)

		LOTA			TALCAHUANO		
		<7 cm	7- 9 cm	>9 cm	<7 cm	7- 9 cm	>9 cm
LOTA	<7 cm	1	0.81	0.55	0.53	0.67	0.54
	7- 9 cm	0.81	1	0.62	0.67	0.76	0.67
	>9 cm	0.55	0.62	1	0.74	0.69	0.76
TALCAHUANO	<7 cm	0.53	0.67	0.74	1	0.78	0.87
	7- 9 cm	0.67	0.76	0.69	0.78	1	0.79
	>9 cm	0.54	0.67	0.76	0.87	0.79	1

Tabla 36. Valores de similitud de la dieta entre individuos por intervalos de tallas para el bacaladillo evaluado a nivel intra e interlocalidad, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 831)

		LOTA			TALCAHUANO		
		<7 cm	7- 9 cm	>9 cm	<7 cm	7- 9 cm	>9 cm
LOTA	<7 cm	1	0.94	0.81	0.80	0.93	0.82
	7- 9 cm	0.94	1	0.88	0.91	0.95	0.89
	>9 cm	0.81	0.88	1	0.92	0.91	0.90
TALCAHUANO	<7 cm	0.80	0.91	0.92	1	0.94	0.92
	7- 9 cm	0.93	0.95	0.91	0.94	1	0.91
	>9 cm	0.82	0.89	0.90	0.92	0.91	1

Tabla 37. Número de encuestas y lances de pesca asociados, registrados en el desembarque artesanal por mes y puerto.

Mes	San Antonio		Tal - San Vic		Coronel *		Coronel **		Lota		Valdivia	
	Encuestas	Lances	Encuestas	Lances	Encuestas	Lances	Encuestas	Lances	Encuestas	Lances	Encuestas	Lances
nov-05											52	53
dic-05											5	6
ene-06												
feb-06			9	9	1	6	3	6			16	17
mar-06	29	29	38	38	53	58	106	206			33	34
abr-06	61	69	33	33	25	26	1	2			24	23
may-06	55	94									10	10
jun-06	13	21										
jul-06	33	95			1	3	1	1			13	24
ago-06	2	2									19	33
sep-06	8	25							2	2	2	4
oct-06			9	9					9	15		
nov-06											1	2
Total	201	335	89	89	80	93	111	215	11	17	175	206

* encuestas registradas en puerto de desembarque.

** encuestas a bordo de embarcaciones.

Tabla 38. Especies declaradas en el desembarque artesanal de embarcaciones cerqueras en puertos de las regiones V, VIII y X.

Especie	San Antonio	Tal - San Vic	Coronel	Lota	Valdivia
Sardina española	x				
Sardina común		x	x	x	x
Anchoveta	x	x	x	x	x
Bacaladillo	x	x	x		
Machuelo	x		x	x	x
Jurel	x		x	x	
Caballa	x				
Lenguado	x			x	
Sierra	x				
Corvina	x				
Dorado	x				
Cojinova	x				
Roncacho	x				
Congrio dorado	x				
Congrio negro	x				
Congrio colorado	x				
Merluza común	x				
Vieja o mulata	x				
Pejerrey de mar			x	x	
Pampanito			x	x	
Corvinilla			x		
Rollizo				x	
Pejegallo	x				
Jibia	x	x	x		

ANEXO 2

FIGURAS

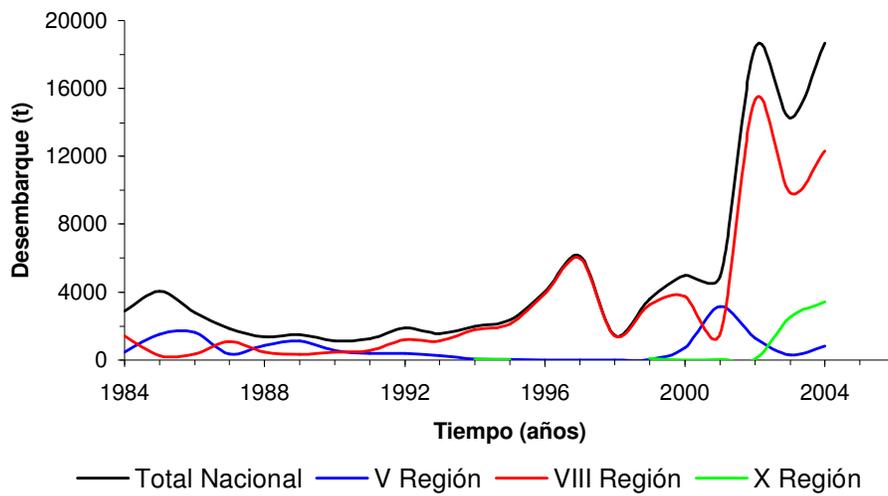


Figura 1. Desembarque histórico de machuelo entre los años 1984 y 2005.

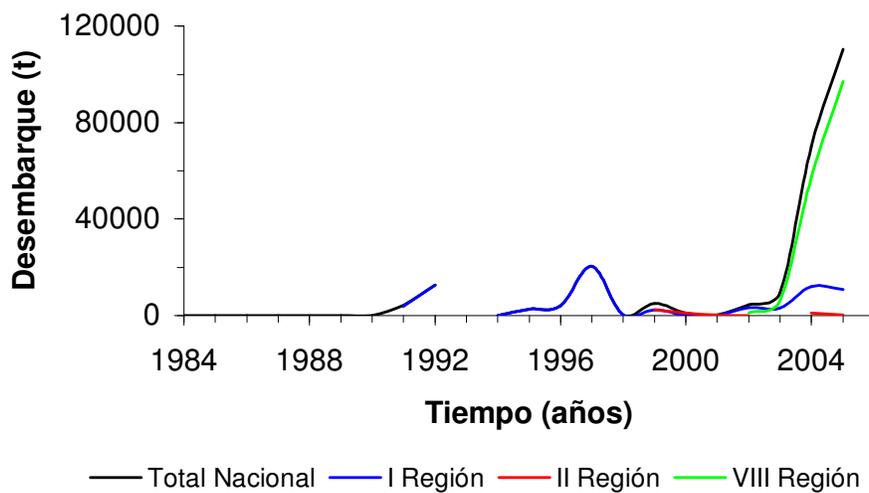


Figura 2. Desembarque histórico de bacaladillo entre los años 1984 y 2005.

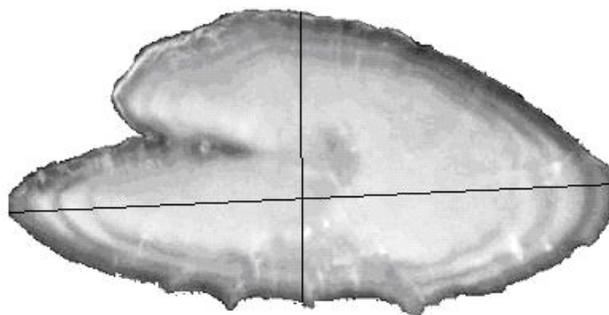


Figura 3. Esquema de un otolito para mostrar la forma de medir el largo y ancho.

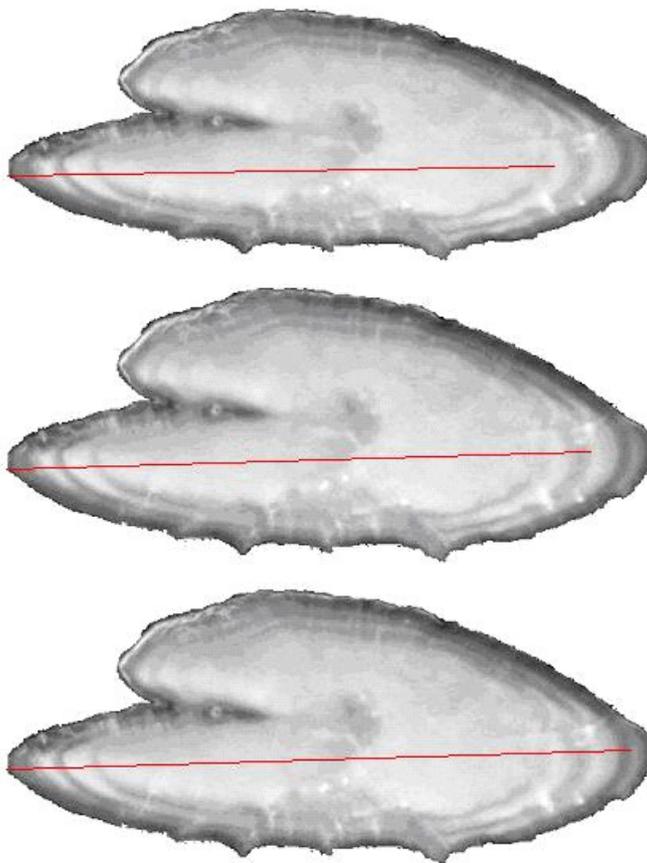


Figura 4. Esquema de un otolito para mostrar la forma de medir cada anillo translúcido.

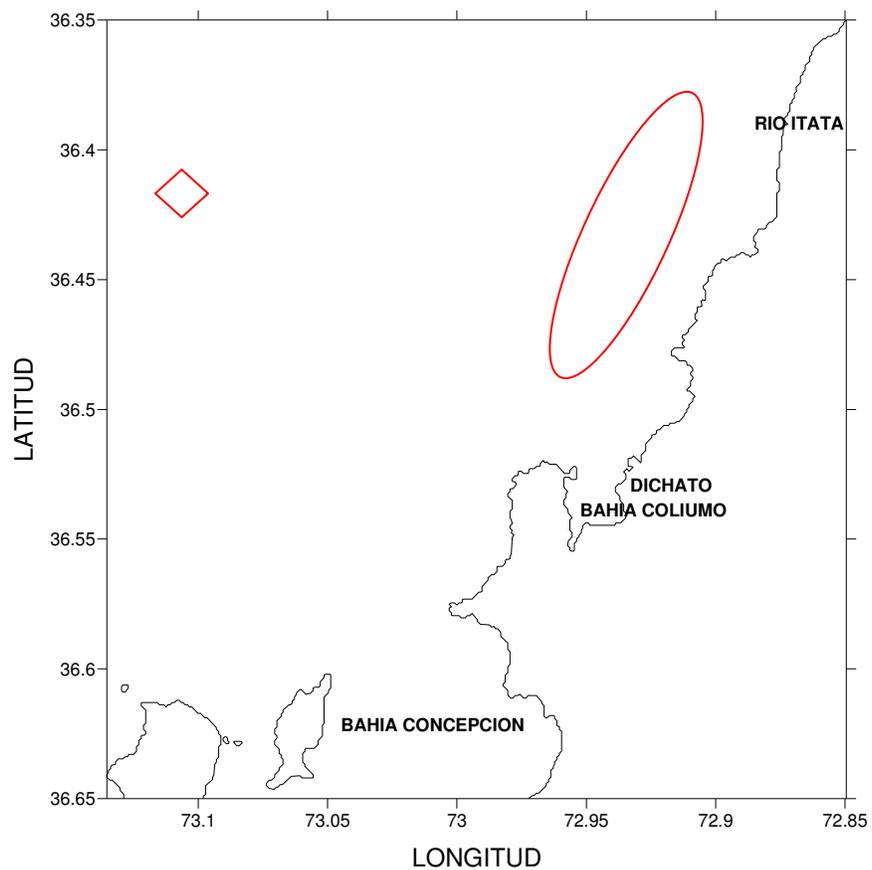


Figura 5. Área de monitoreo costero de los proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819 y estación ubicada a 18 nm de los proyectos FIP 2004-20 y 2005-01.

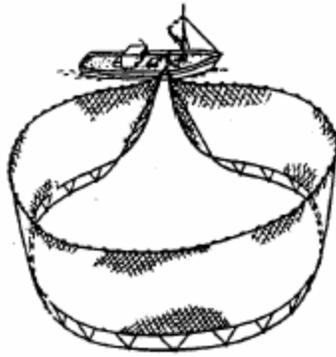


Figura 6. Ilustración de la operación de una red de cerco operada por una embarcación (fuente: FAO, Nédélec & Prado, 1982).



Figura 7. Ejemplo de las embarcaciones típicas de la flota artesanal de cerco que opera en la flota centro-sur de Chile.

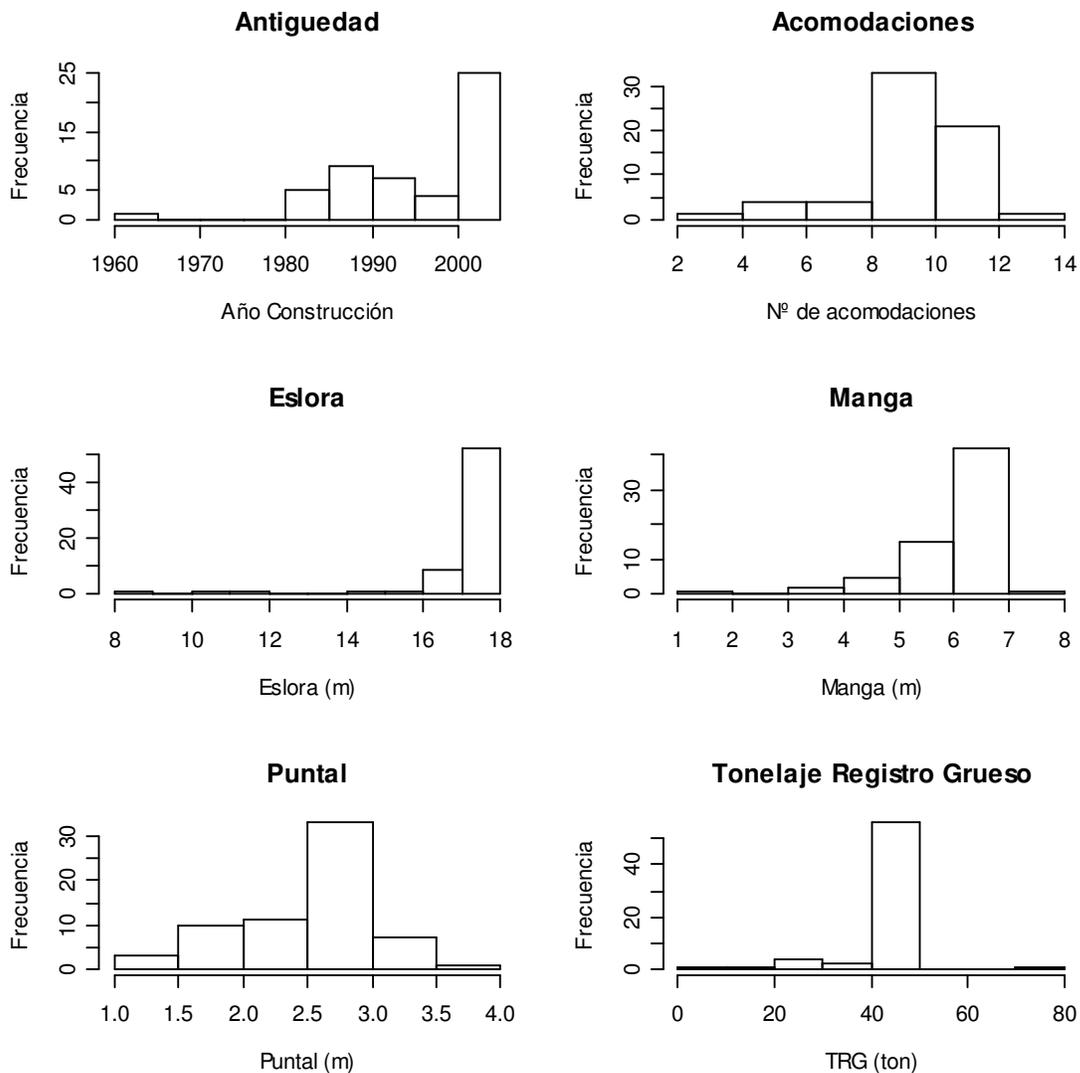


Figura 8. Características generales y geométricas de las embarcaciones que conforman la flota en la zona centro-sur.

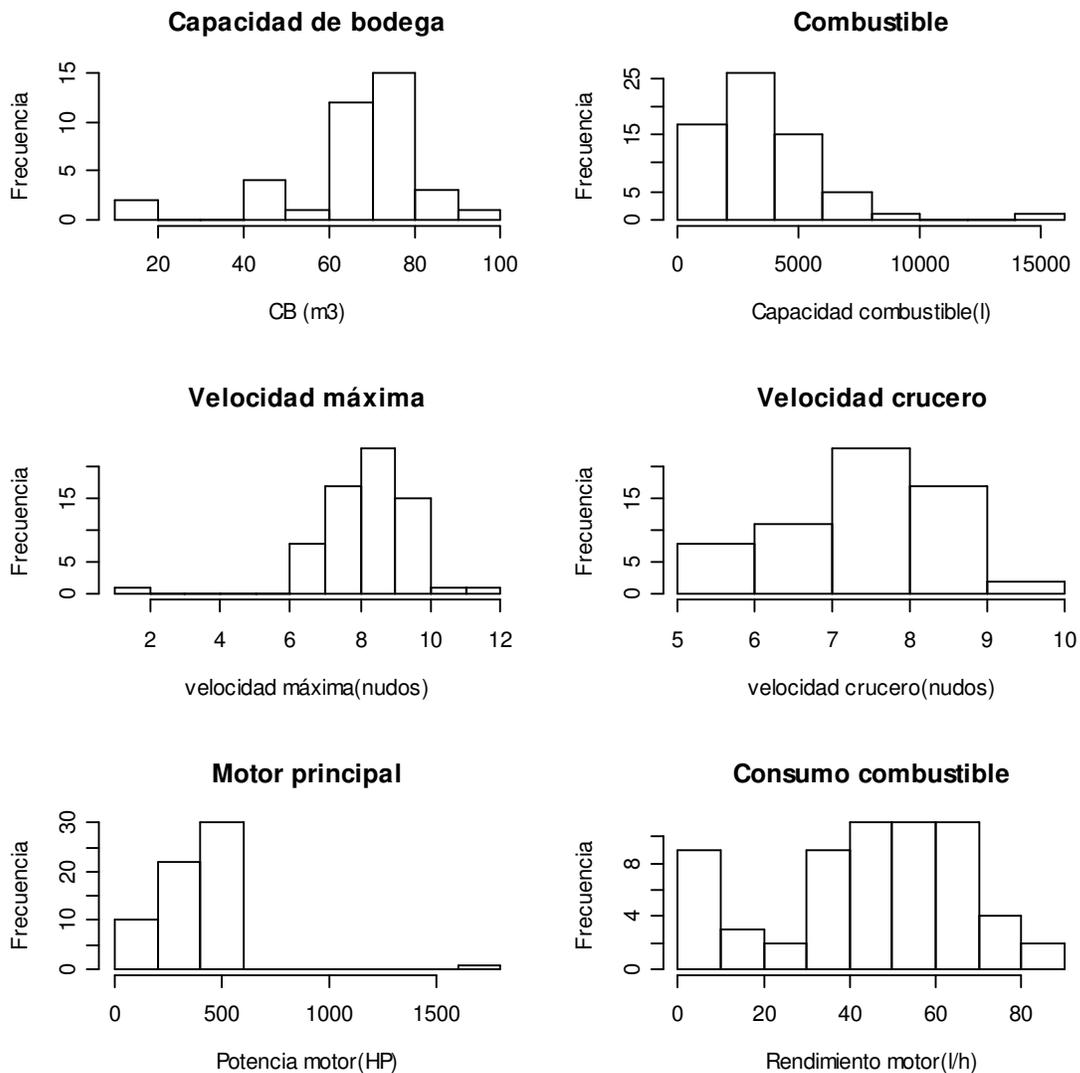


Figura 9. Características funcionales de las embarcaciones que conforman la flota en la zona centro-sur.

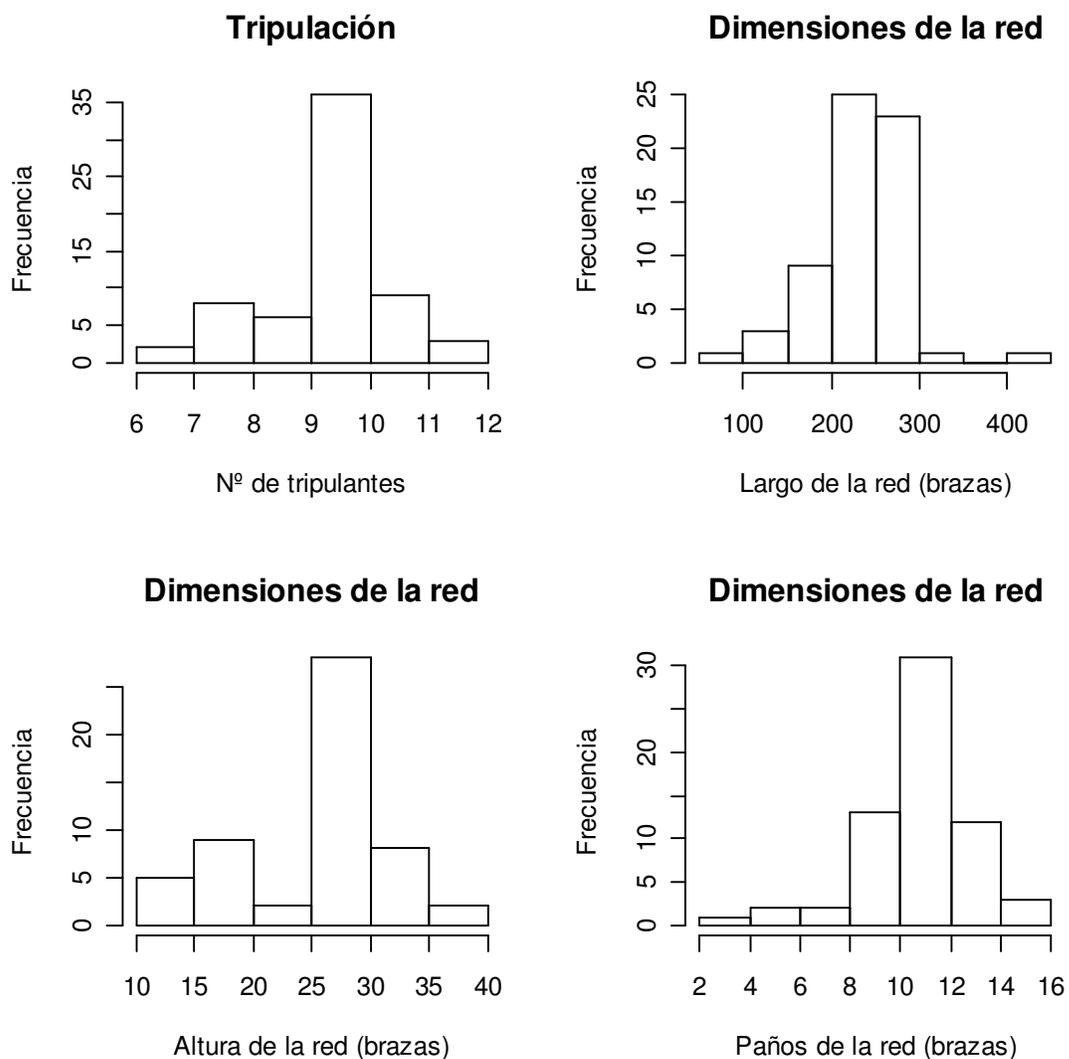


Figura 10. Características operacionales de las embarcaciones que conforman la flota en la zona centro-sur.

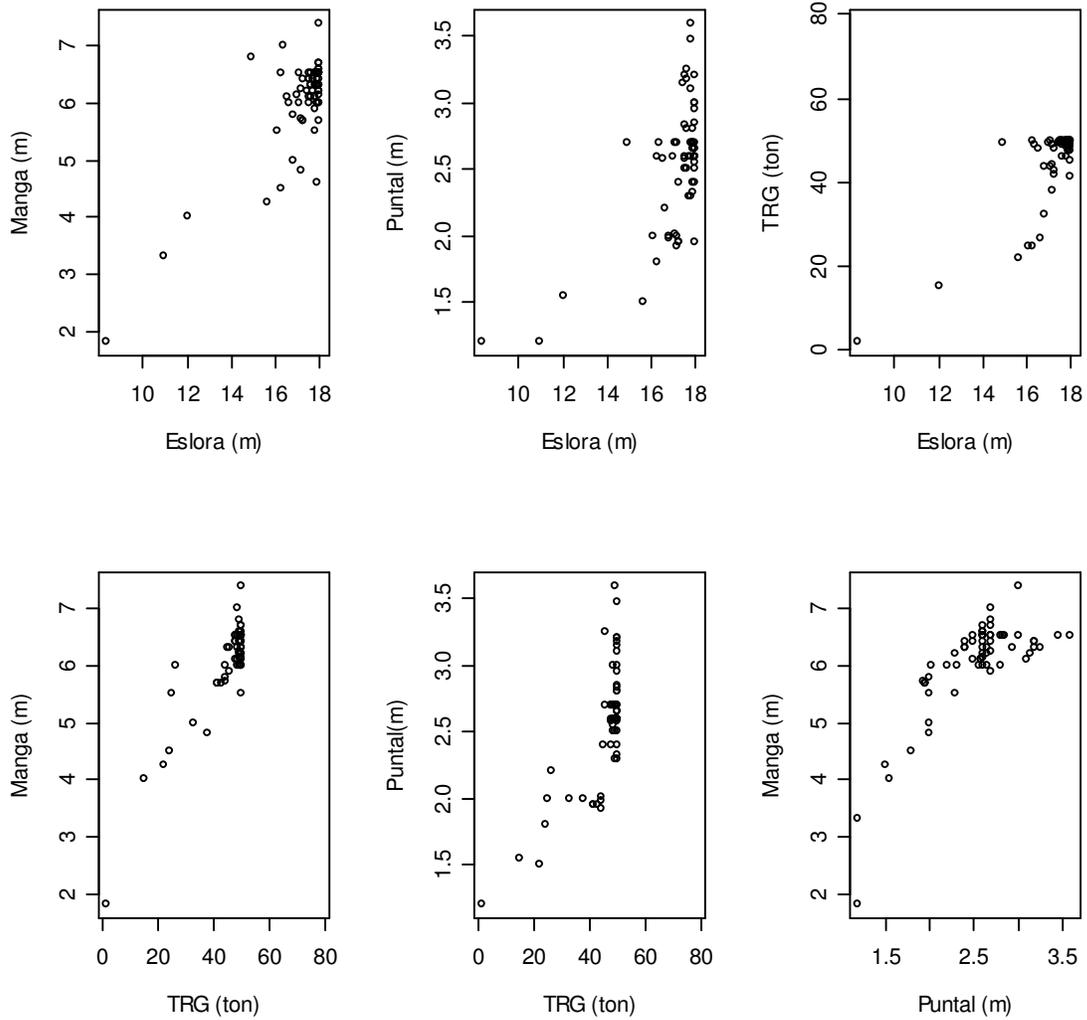


Figura 11. Relaciones bi-variadas entre las características geométricas de las embarcaciones de la flota.

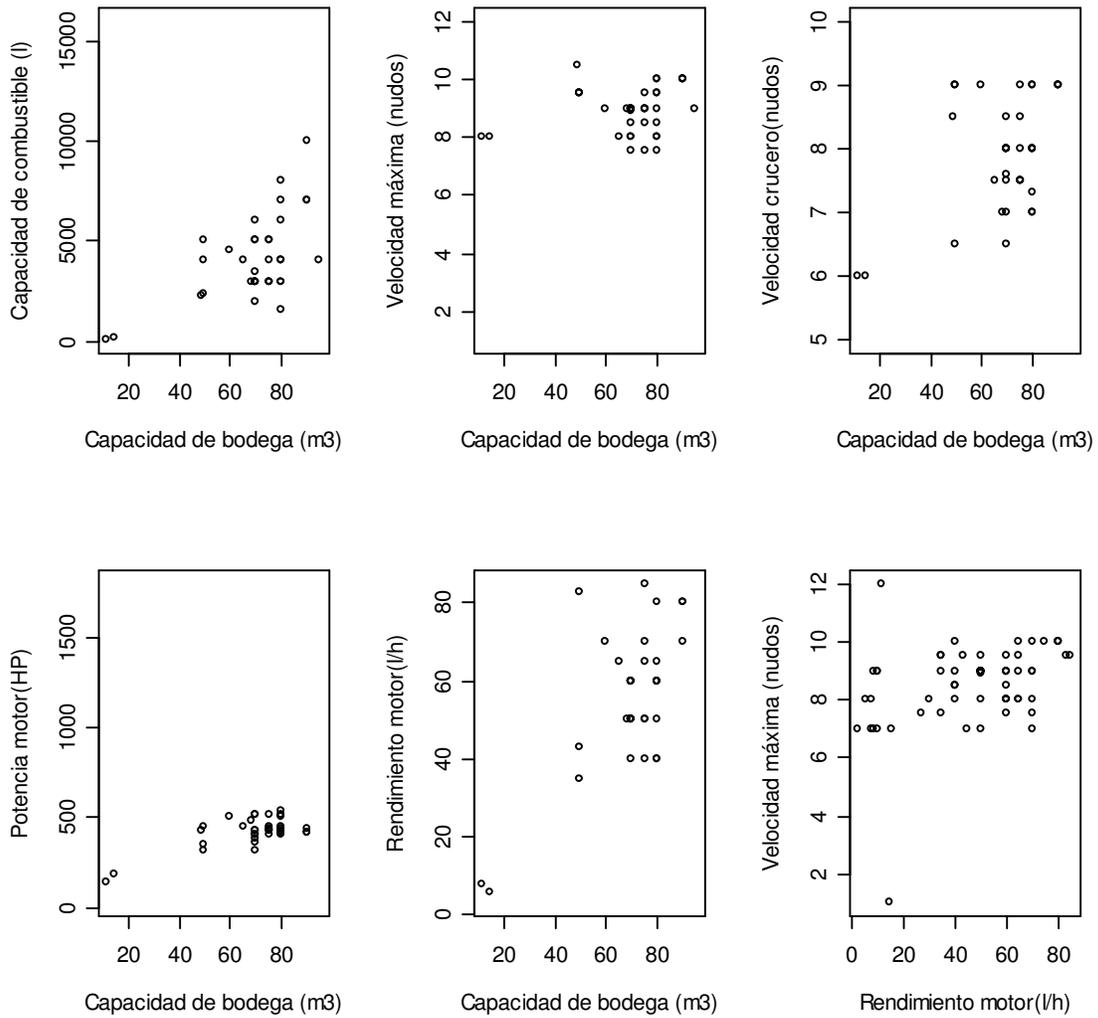


Figura 12. Relaciones entre las características funcionales de la flota.

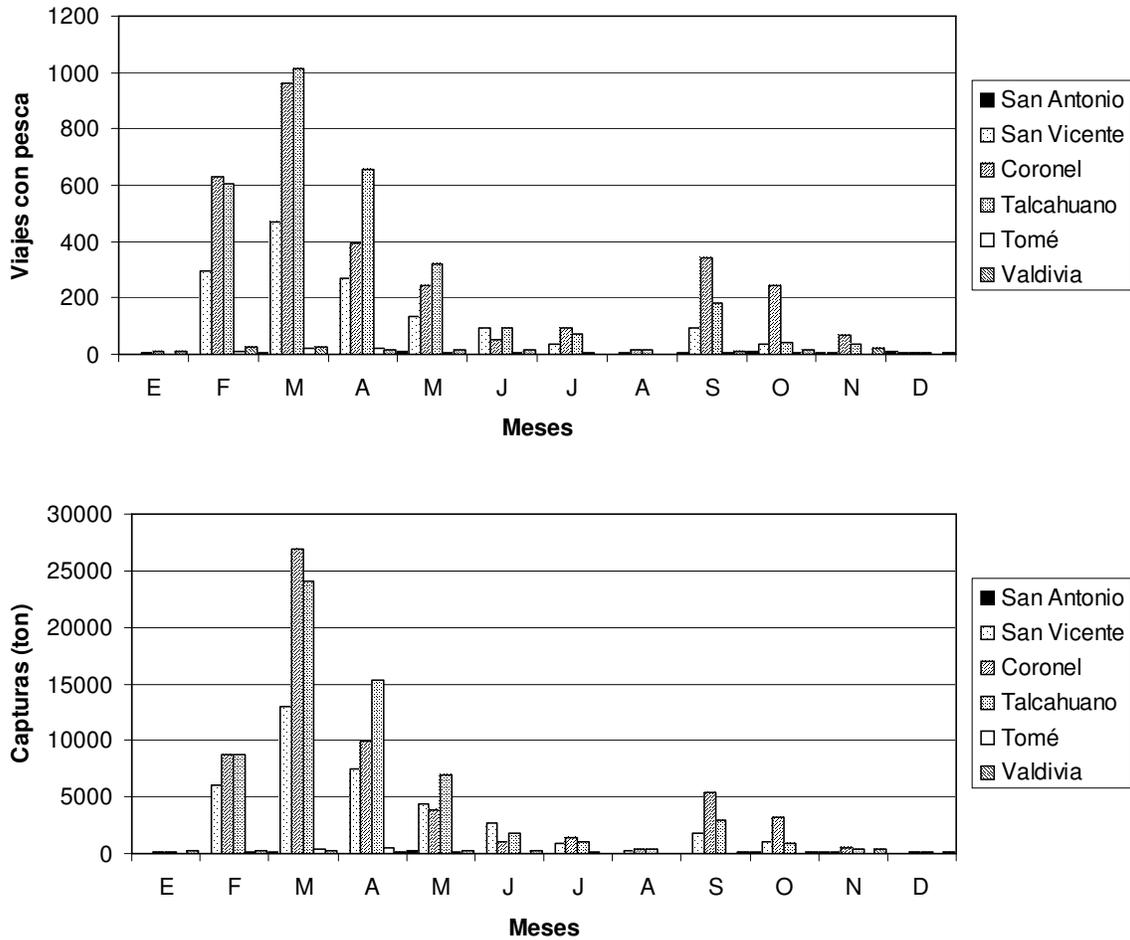


Figura 13. Estacionalidad del esfuerzo de pesca, viajes con pesca hacia bacaladillo o machuelo, y de las capturas por puerto de desembarque. Promedio del periodo 2004-2006.

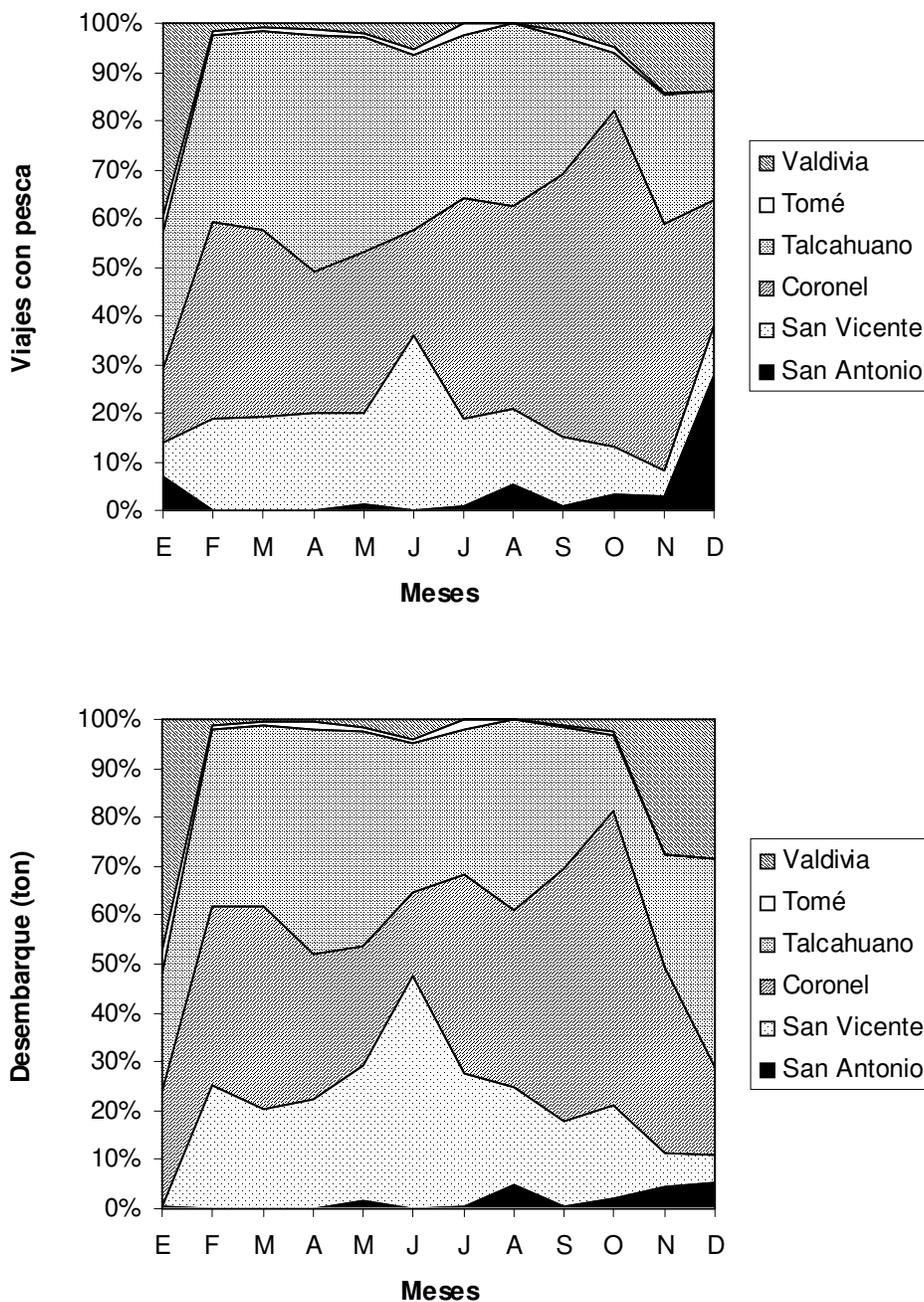


Figura 14. Aporte al esfuerzo de pesca, en términos de viajes con pesca dirigidos a bacaladillo o machuelo, y a las capturas por puerto de desembarque. Período 2004-2006.

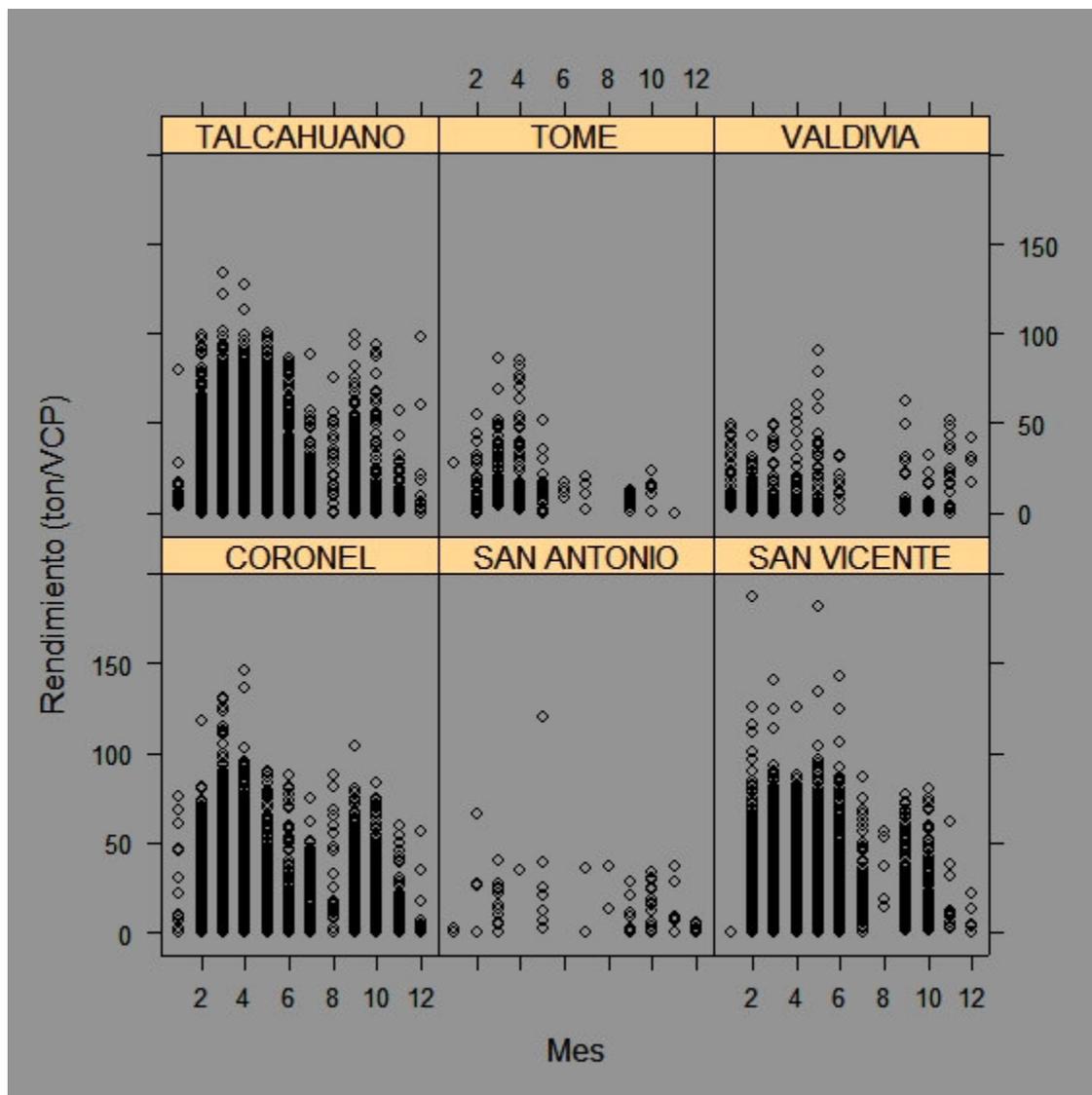


Figura 15. Rendimiento de pesca (toneladas por viajes con pesca) de bacaladillo o machuelo, por puerto de desembarque. Periodo 2004-2006.

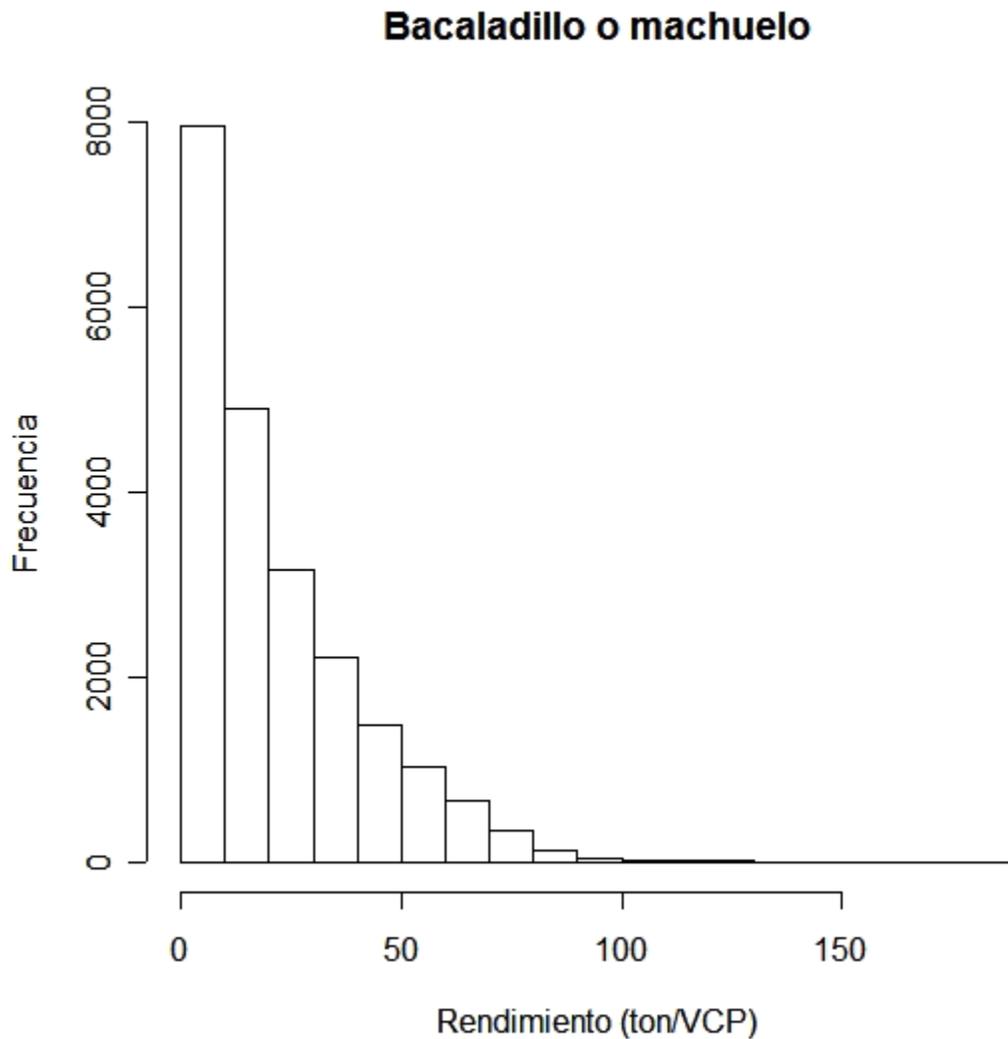


Figura 16. Distribución de frecuencia de los registros de rendimiento de pesca de la flota que dirige su esfuerzo hacia bacaladillo o machuelo. Periodo 2004-2006.

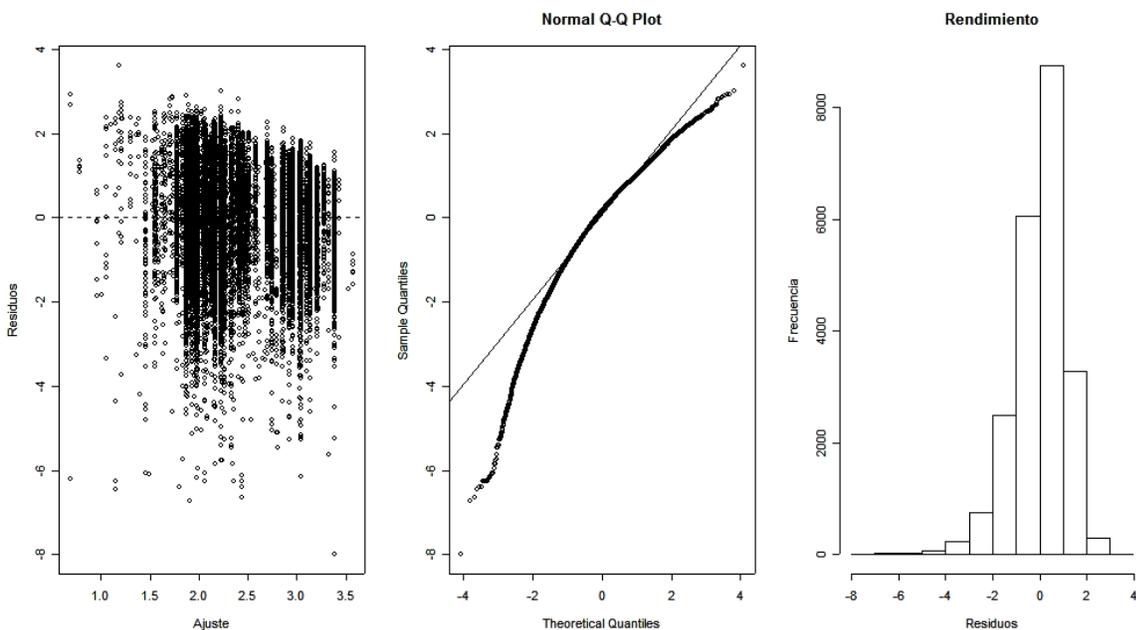


Figura 17. Diagnóstico de los residuales de un Modelo Lineal Generalizado con estructura de error log-normal. Factores fijos asociados al Año, Mes y Puertos de Desembarque.

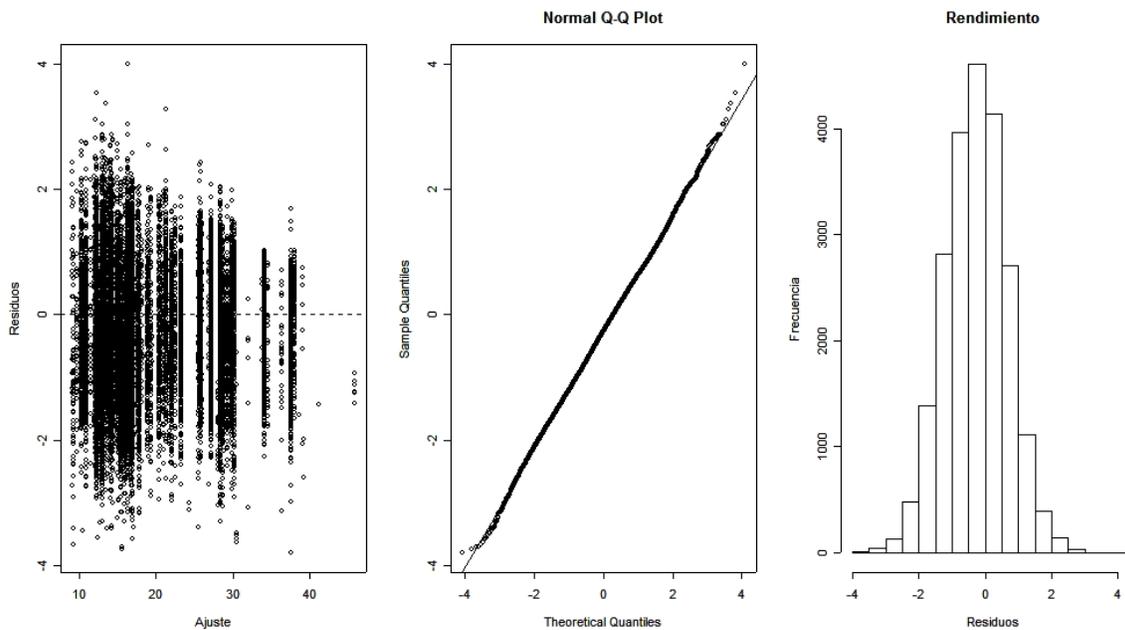


Figura 18. Diagnóstico de los residuales de un Modelo Lineal Generalizado con estructura de error gamma. Factores fijos asociados al Año, Mes y Puertos de Desembarque.

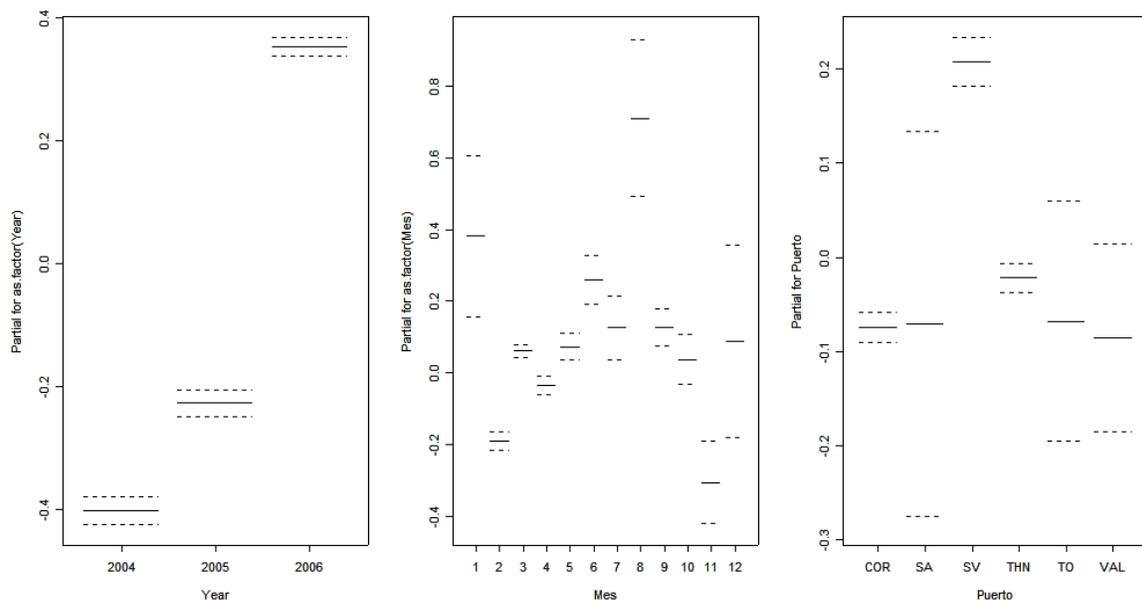


Figura 19. Contribución de los principales factores al predictor lineal de las tasas de captura con distribución gamma: factor Año, factor Mes, y factor Puerto. Los valores estimados para cada factor son referenciados a la media global y las barras verticales representan el error estándar (ver Tabla 6).

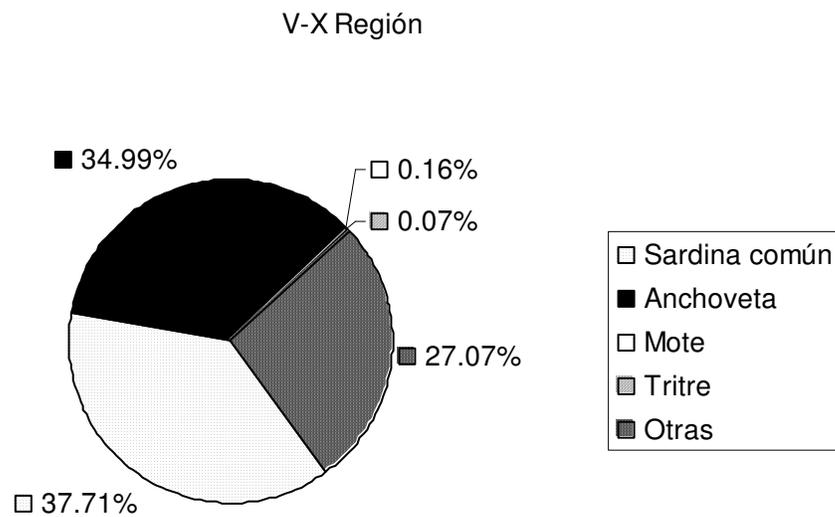


Figura 20. Composición de la captura de cerco (lanchas artesanales) en el periodo Noviembre de 2005 y Octubre de 2006, basada en encuestas del desembarque, muestreo biológico, y pesca de investigación.

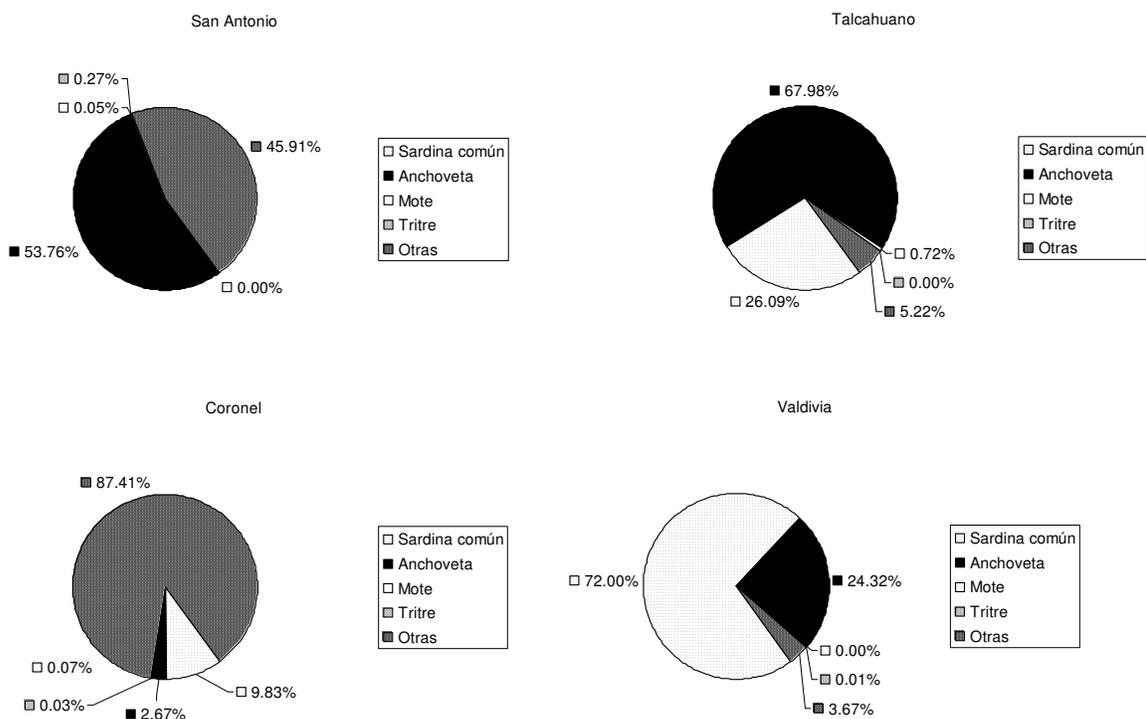


Figura 21. Composición de la captura por puerto de desembarque, pesca de cerco (lanchas artesanales) en el periodo Noviembre de 2005 y Octubre de 2006, basada en encuestas del desembarque, muestreo biológico, y pesca de investigación.

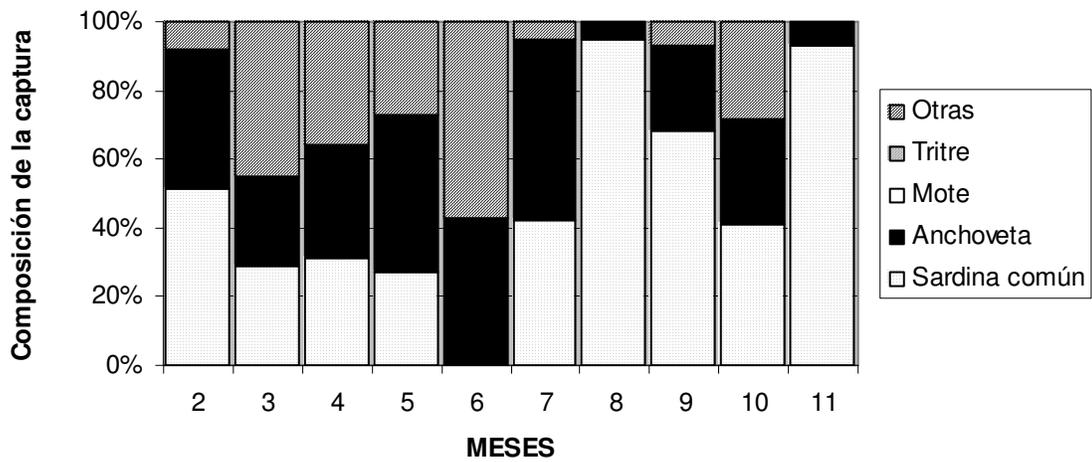


Figura 22. Composición de la captura de cerco (lanchas artesanales) en el periodo Febrero a Noviembre de 2006, basada en encuestas del desembarque, muestreo biológico, y pesca de investigación.

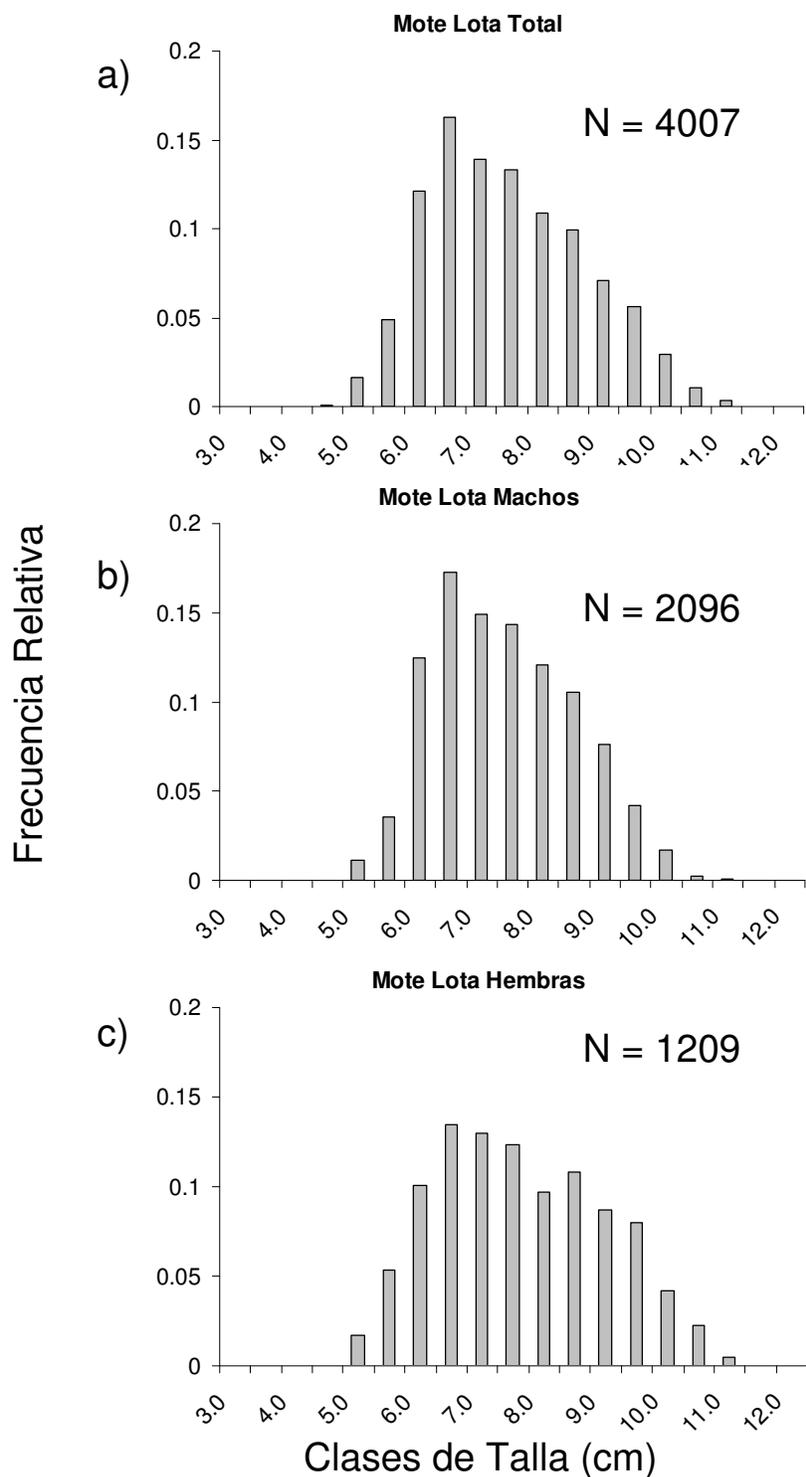


Figura 23. Distribución de frecuencias de talla integrada de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio de 2005 a Octubre de 2006. a) Total de individuos, b) Machos, y c) Hembras.

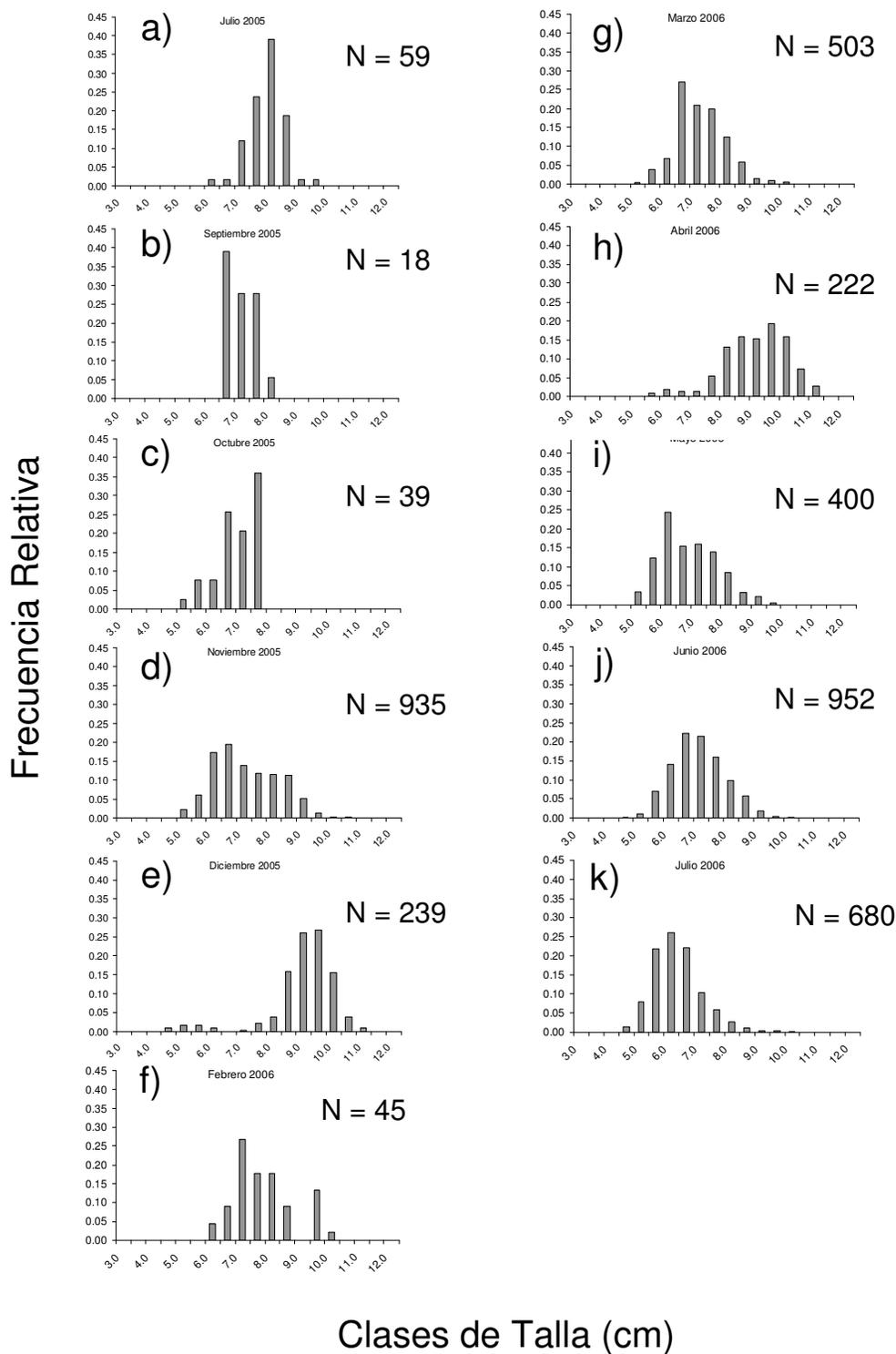


Figura 24. Distribución de frecuencias de talla mensual para la suma de ambos sexos de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio de 2005 a Julio de 2006.

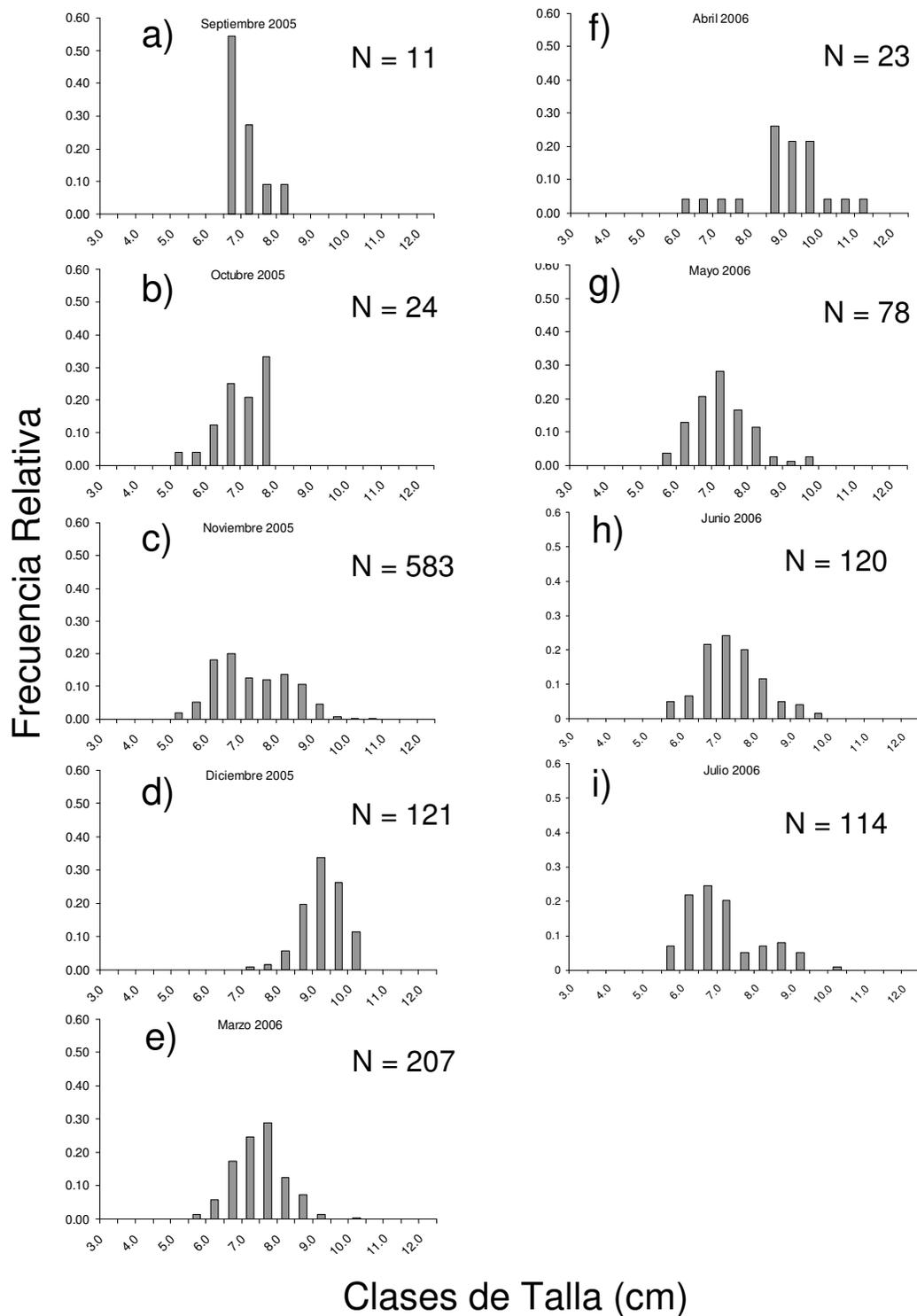


Figura 25. Distribución de frecuencias de talla mensual para machos de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio de 2005 a Julio de 2006.

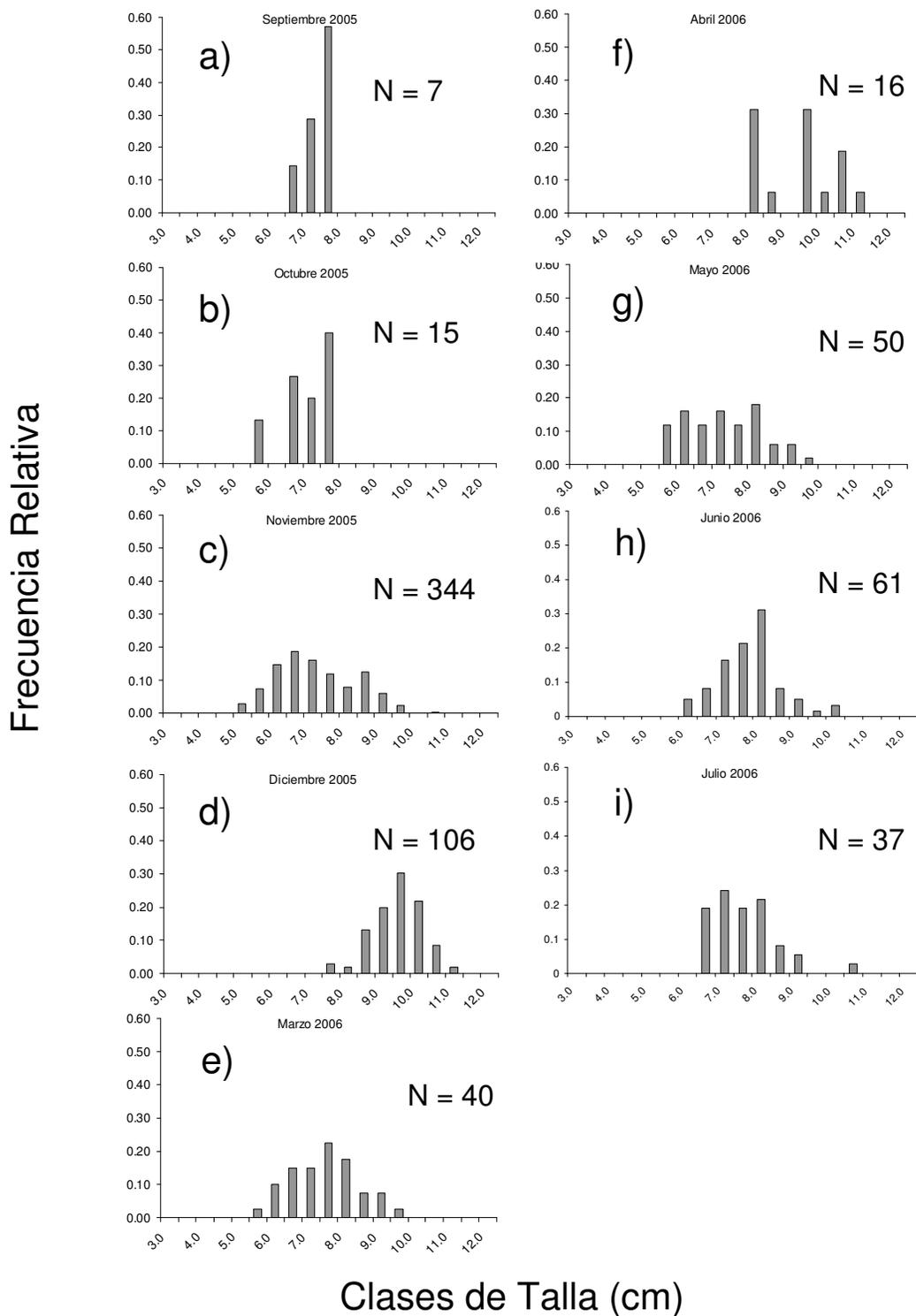


Figura 26. Distribución de frecuencias de talla mensual para hembras de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio de 2005 a Julio de 2006.

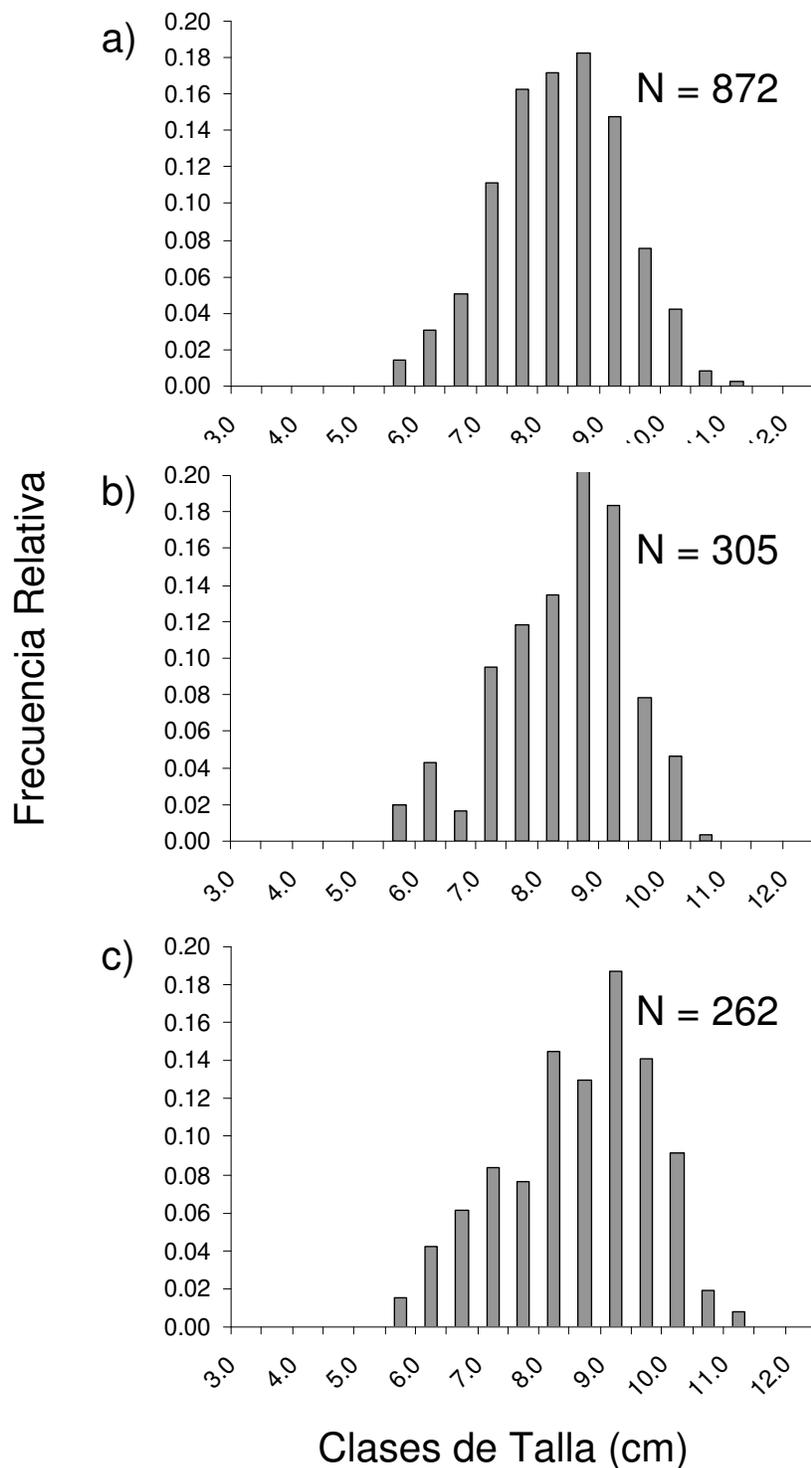


Figura 27. Distribución de frecuencias de talla integrada de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el período de Julio de 2005 a Julio de 2006. a) Total, b) Machos y c) Hembras.

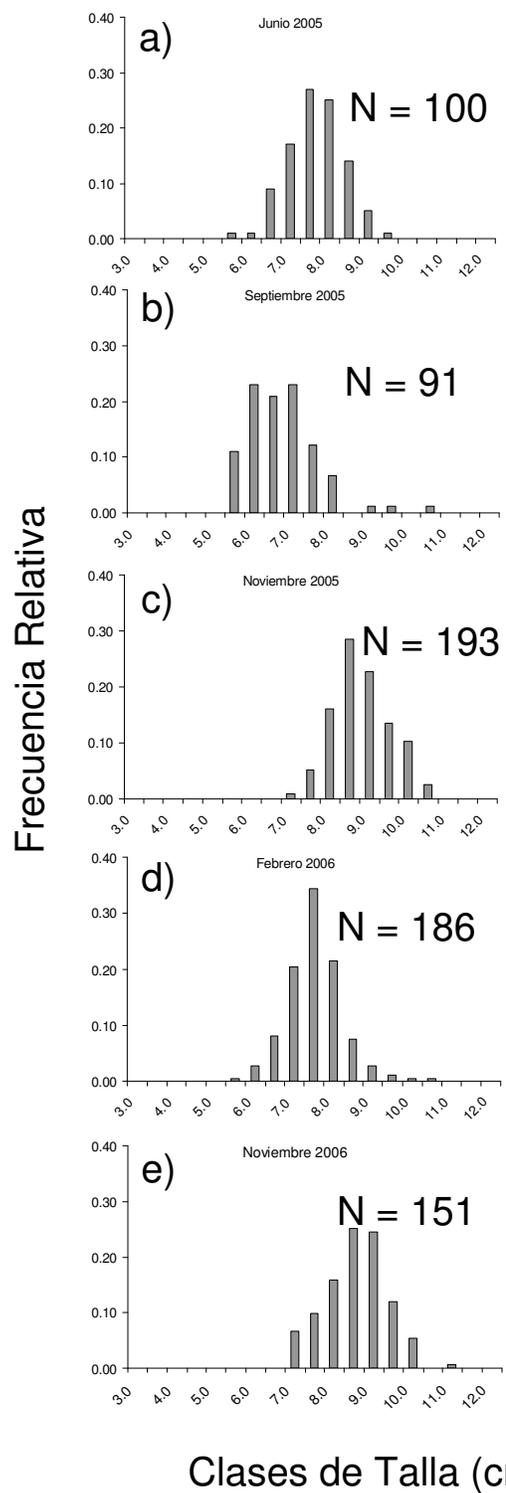


Figura 28. Distribución de frecuencias de talla mensual para la suma de ambos sexos de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el período de Julio de 2005 a Noviembre de 2006.

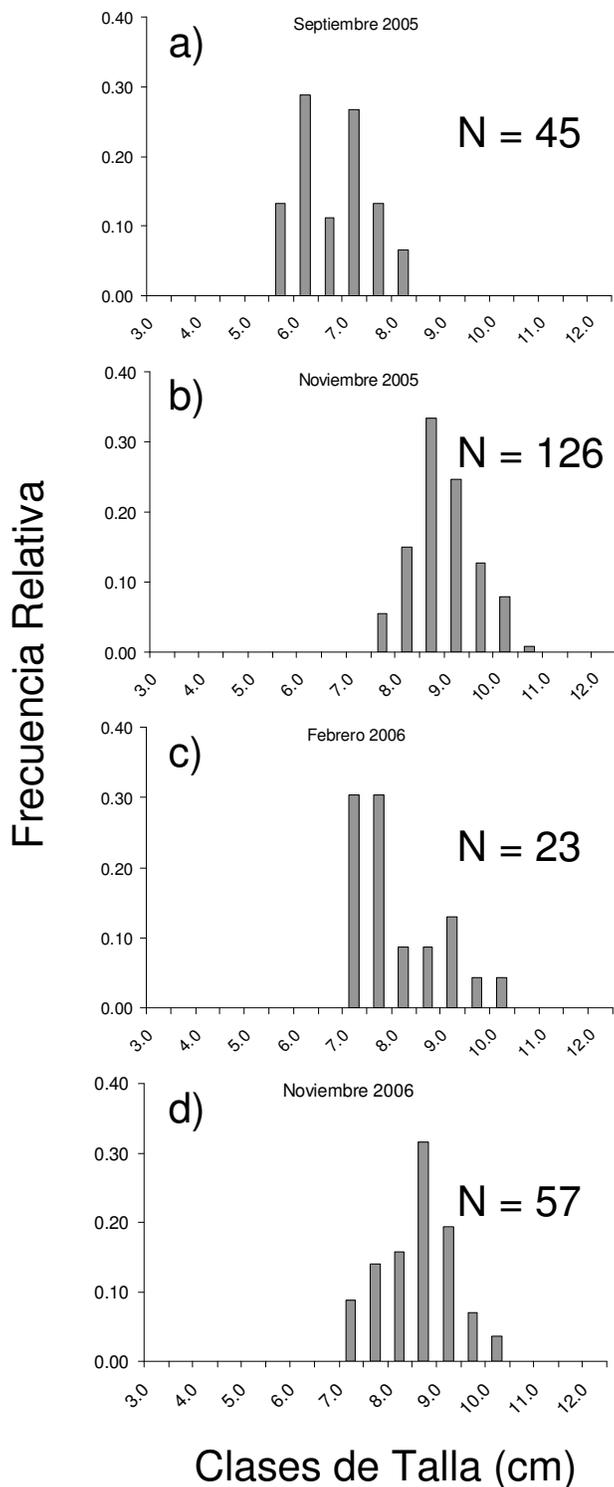


Figura 29. Distribución de frecuencias de talla mensual para machos de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el período de Julio del 2005 a Noviembre de 2006.

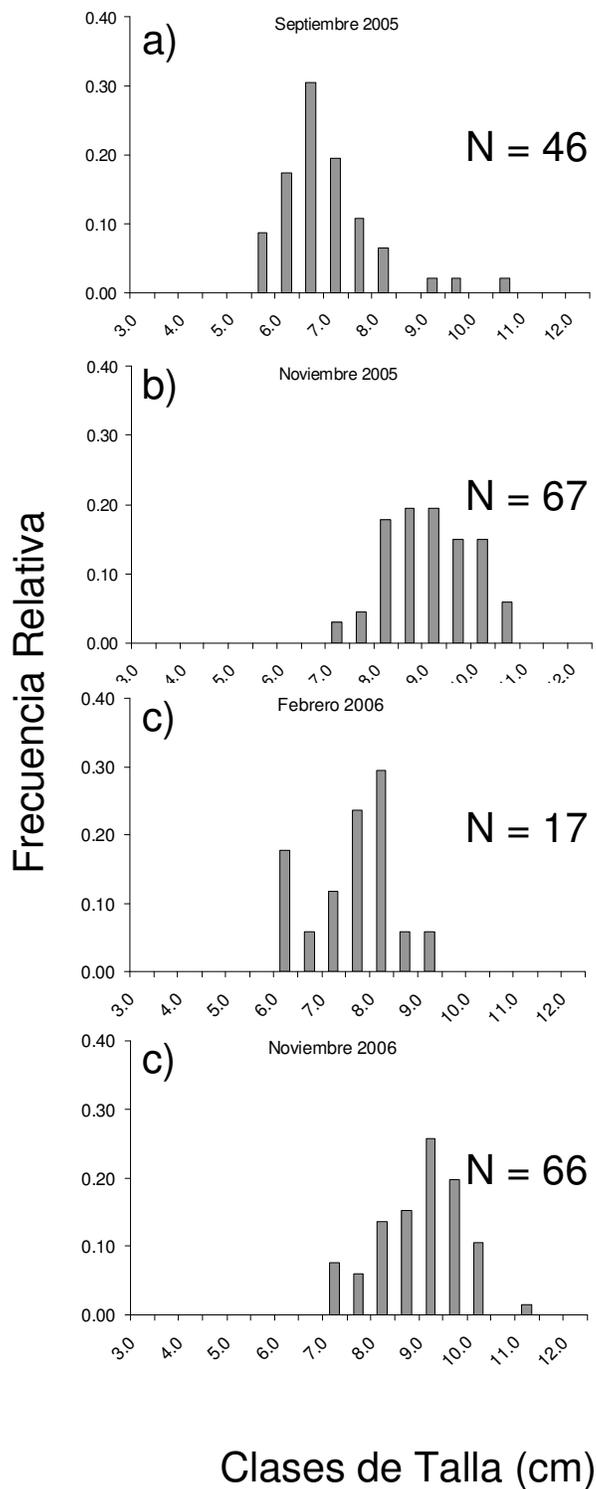


Figura 30. Distribución de frecuencias de talla mensual para hembras de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el período de Julio del 2005 a Noviembre de 2006.

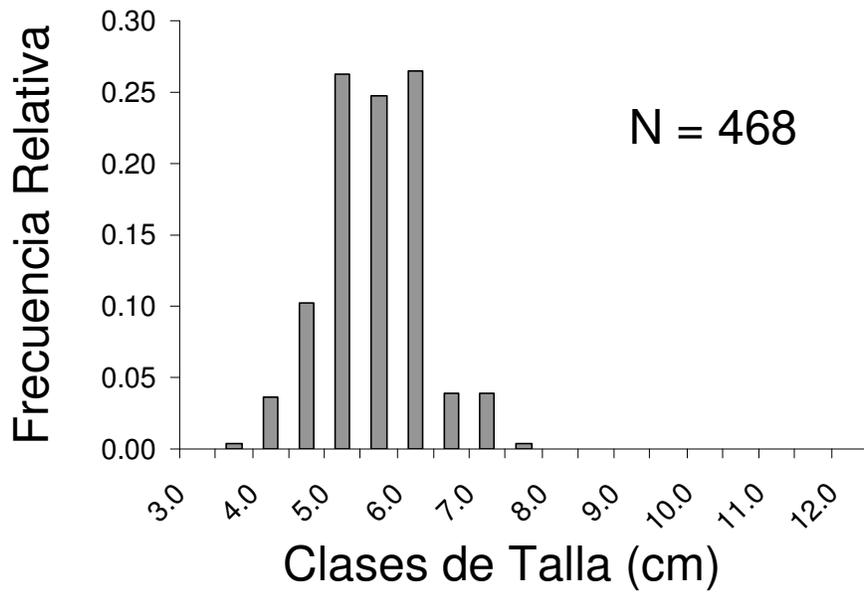


Figura 31. Distribución de frecuencias de talla integrada de bacaladillo en la zona de San Antonio para el total de individuos en el mes de Marzo de 2006.

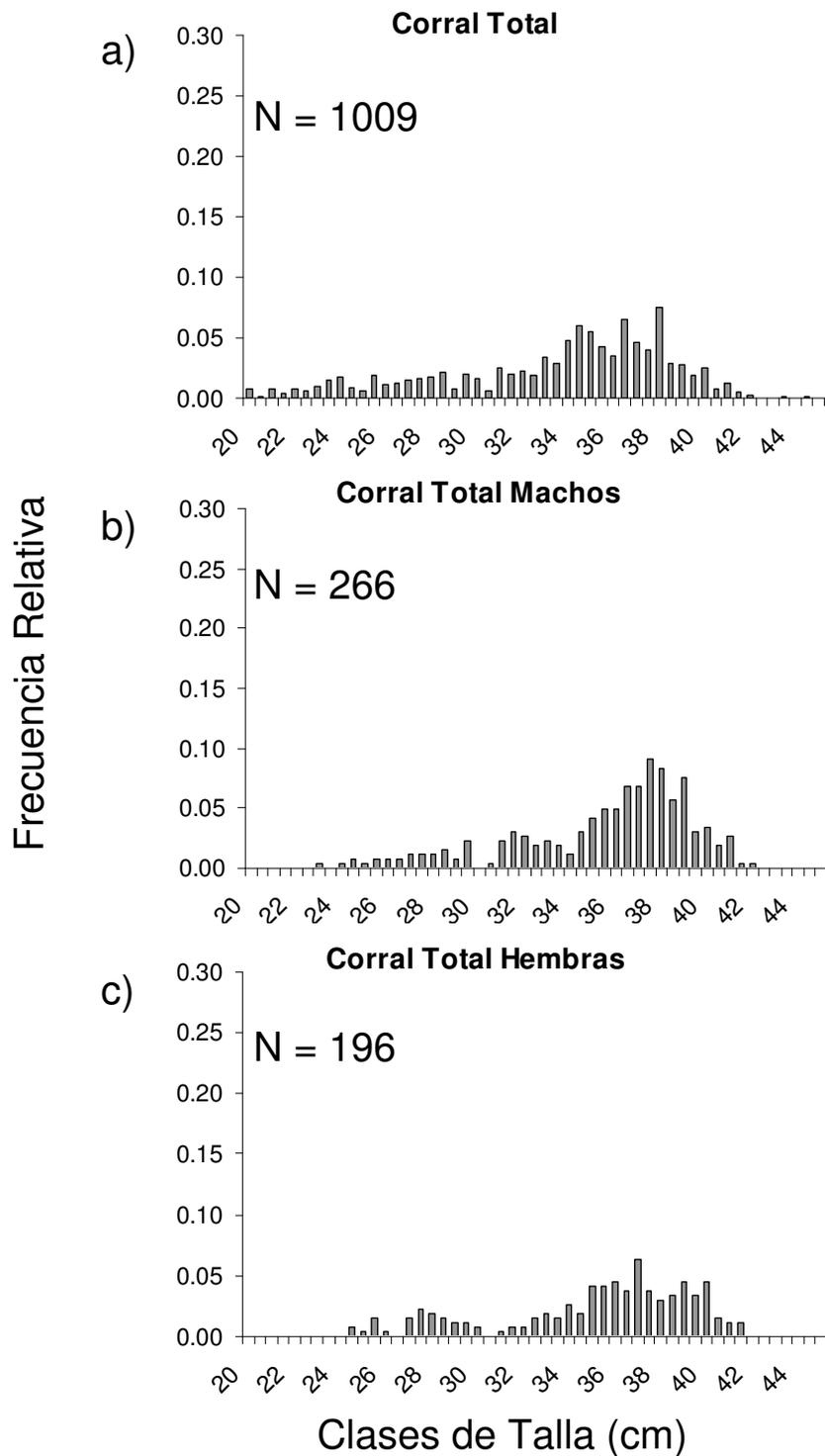


Figura 32. Distribución de frecuencias de talla integrada de machuelo en la zona de Corral durante el período de Julio del 2005 a Octubre de 2006. a) Total, b) machos y c) hembras.

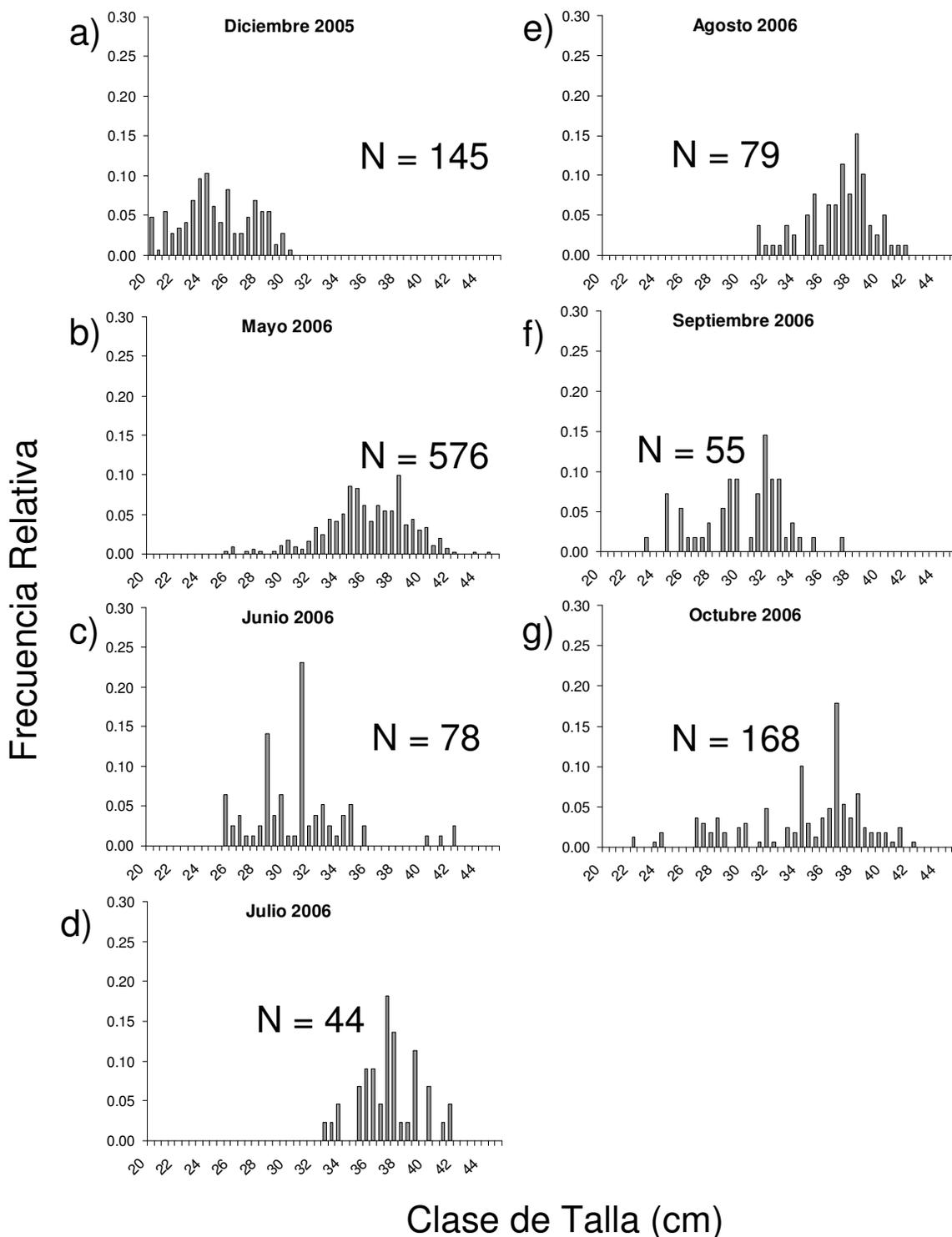


Figura 33. Distribución de frecuencias de talla integrada por mes de machuelo en la zona de Corral durante el período de Julio de 2005 a Octubre de 2006.

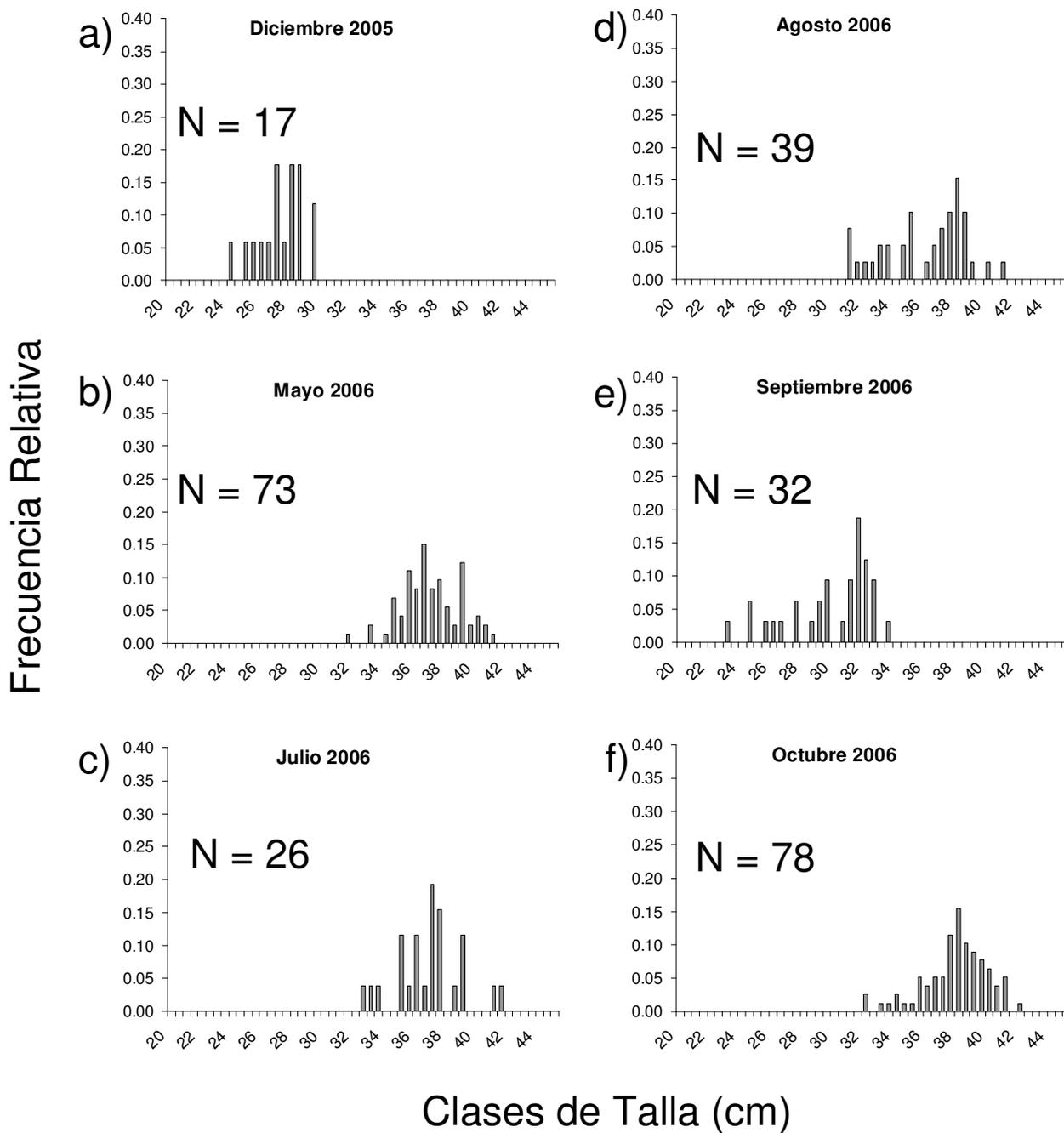


Figura 34. Distribución de frecuencias de talla para machos de machuelo en la zona de Corral durante el período de Julio de 2005 a Octubre de 2006.

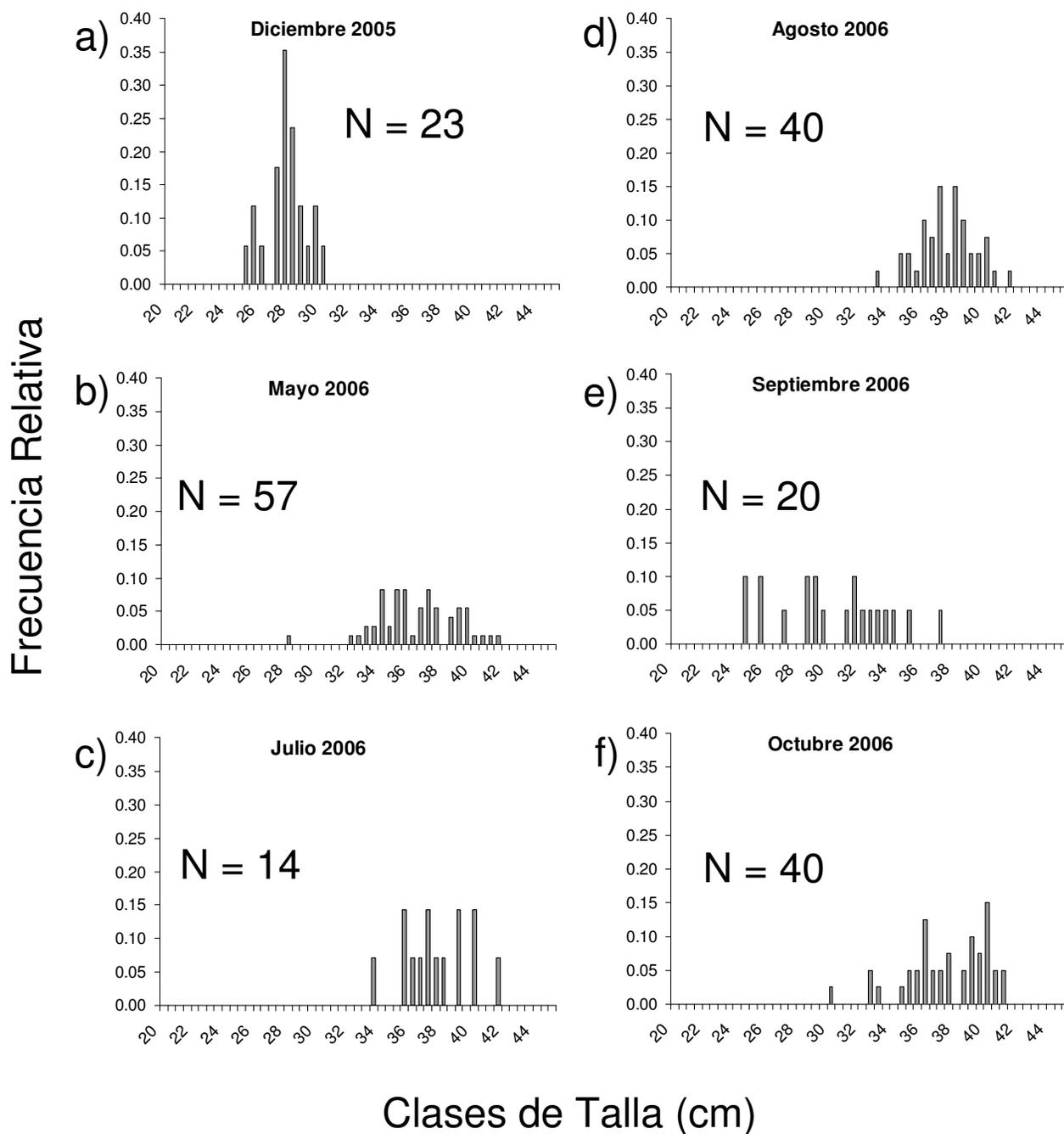


Figura 35. Distribución de frecuencias de talla para hembras de machuelo en la zona de Corral durante el período de Julio de 2005 a Octubre de 2006.

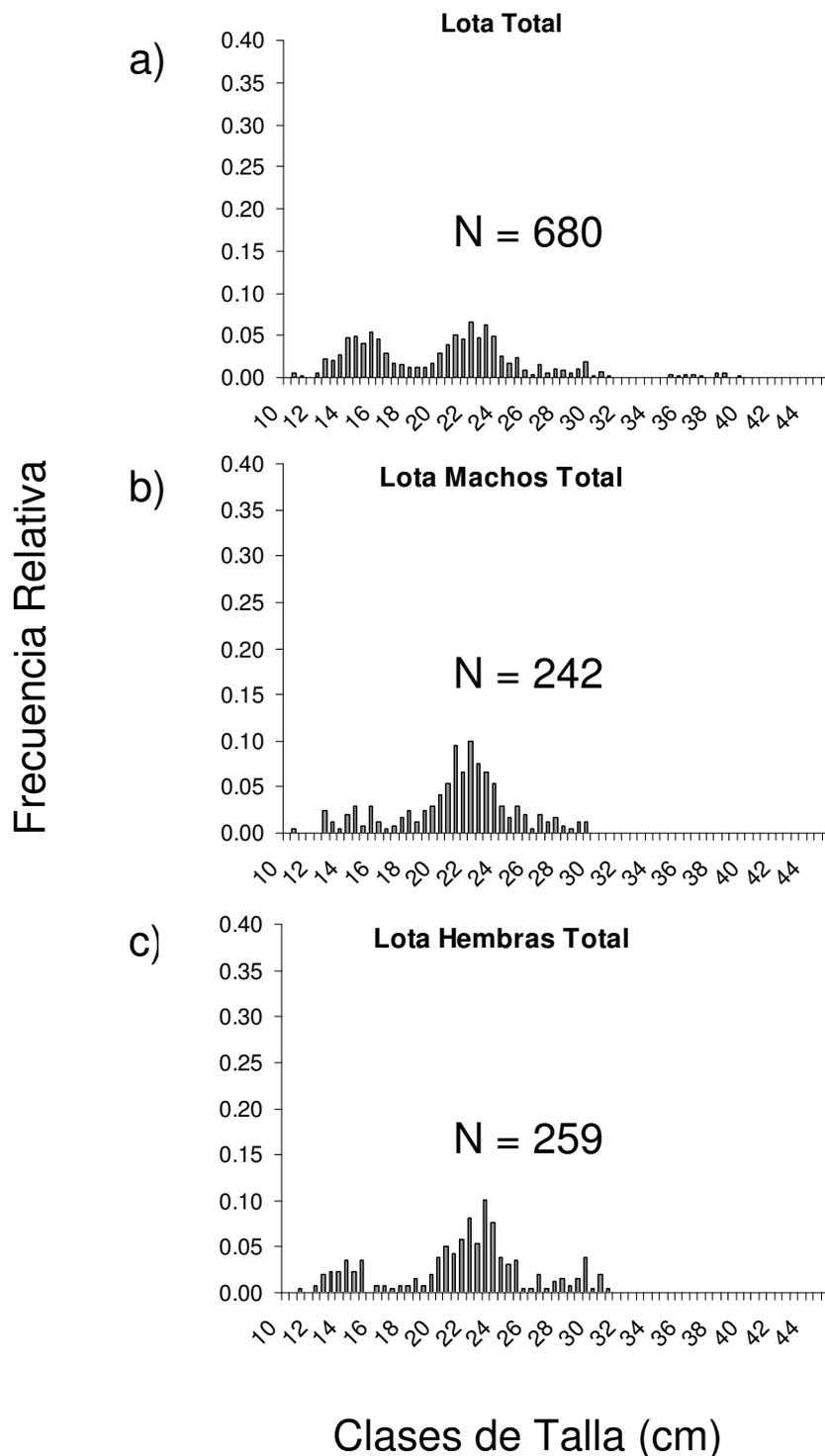


Figura 36. Distribución de frecuencias de talla integrada de machuelo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio de 2005 a Septiembre de 2006. a) Total, b) machos y c) hembras.

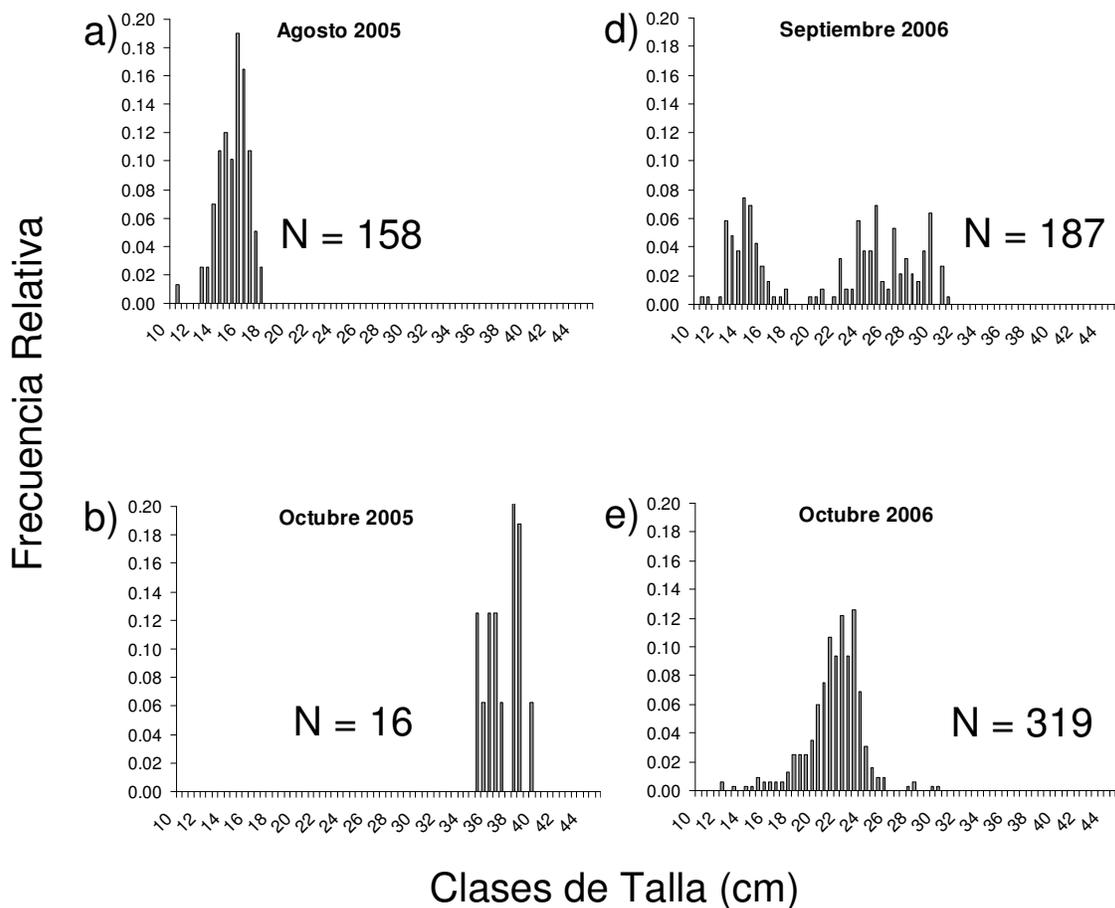


Figura 37. Distribución de frecuencias de talla integrada por mes de machuelo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Agosto de 2005 a Octubre de 2006.

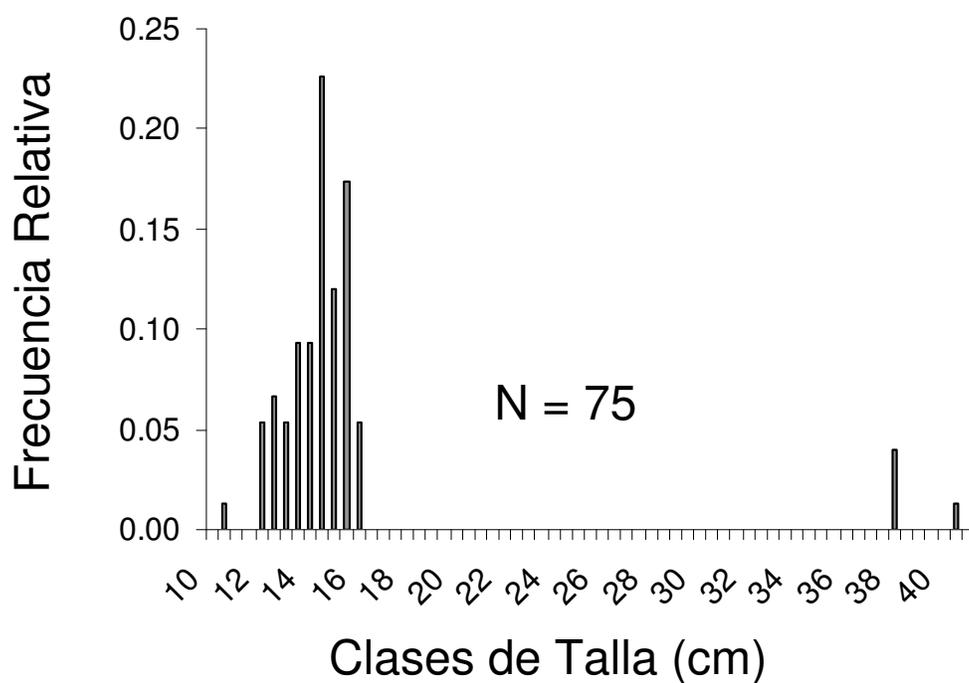


Figura 38. Distribución de frecuencias de talla integrada de machuelo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el periodo de Julio de 2005 a Octubre de 2006.

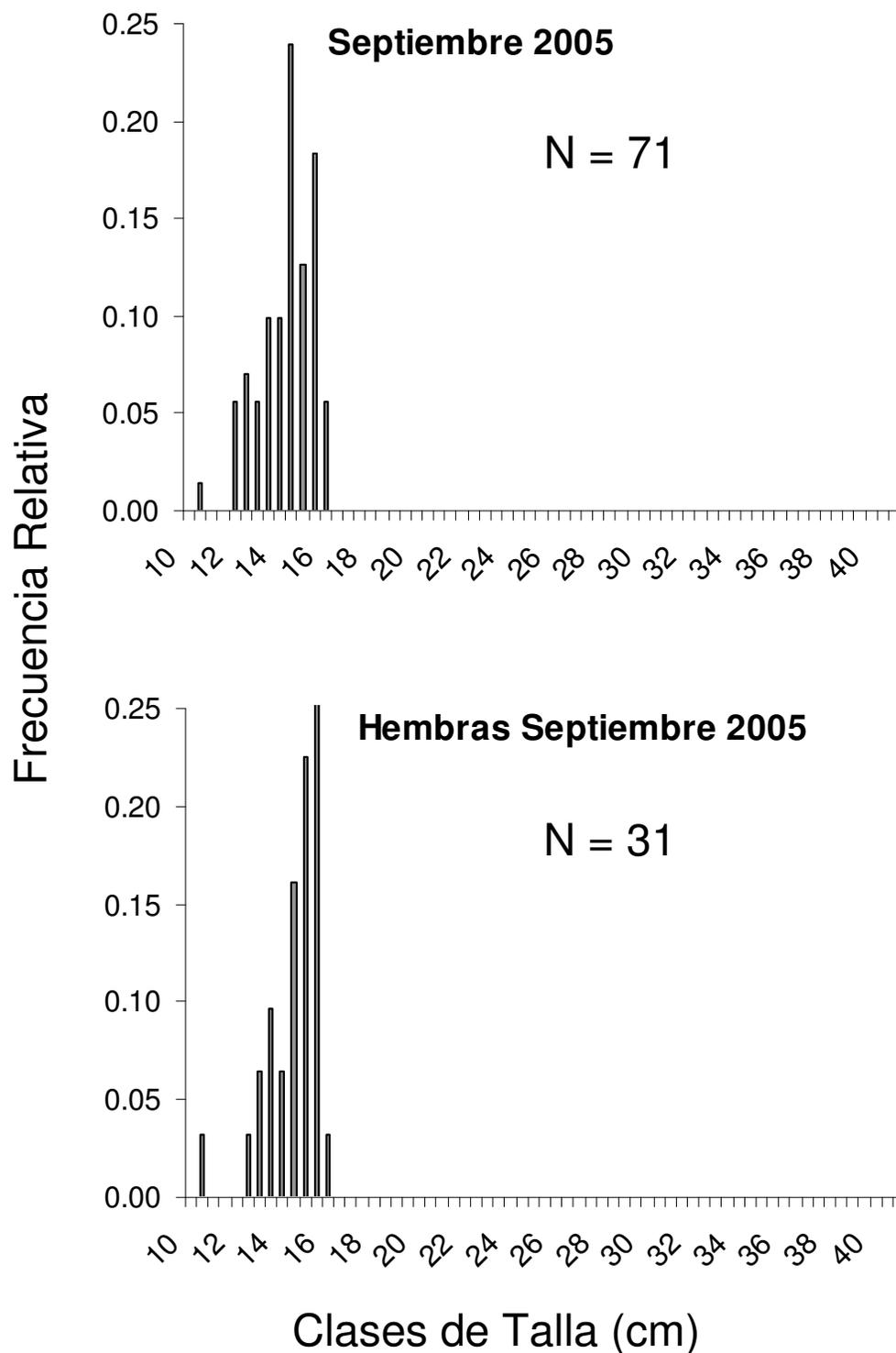


Figura 39. Distribución de frecuencias de talla integrada de machuelo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante Septiembre de 2005. a) Tota y b) Hembras.

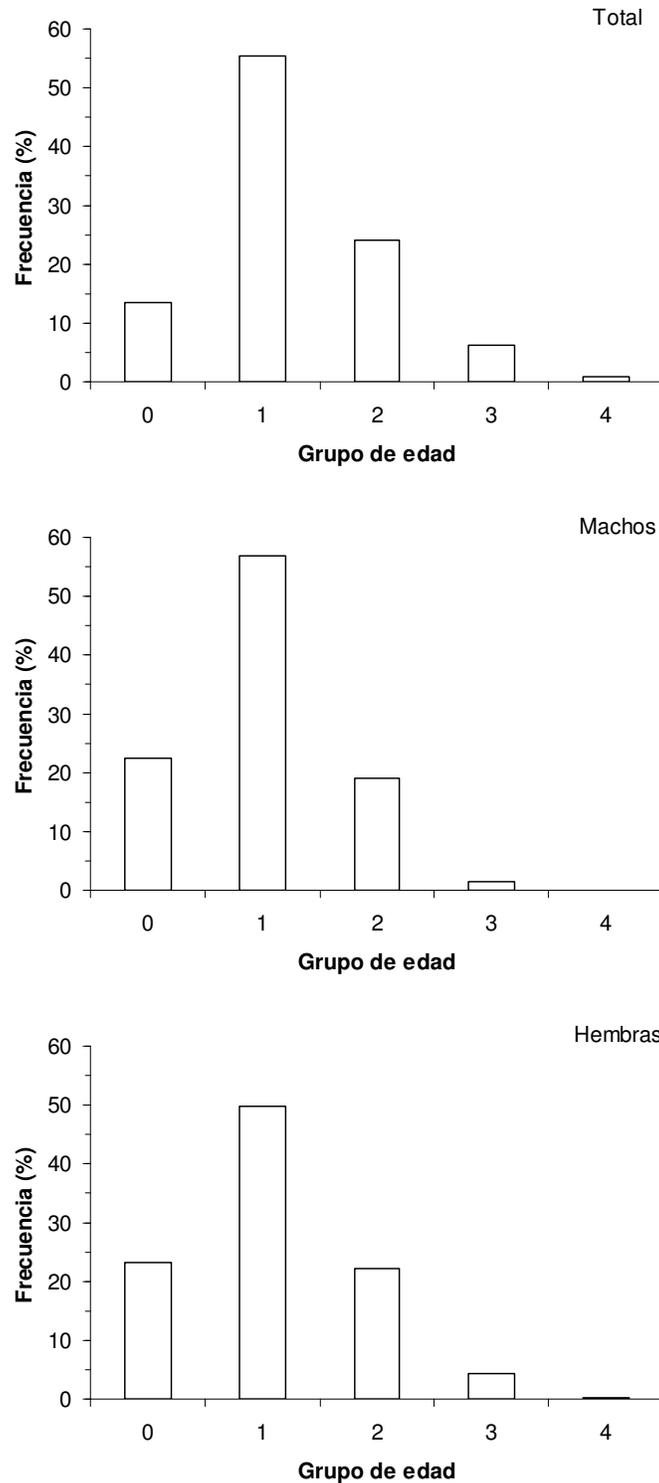


Figura 40. Estructura de edad global, machos y hembras de bacaladillo obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Lota-Coronel.

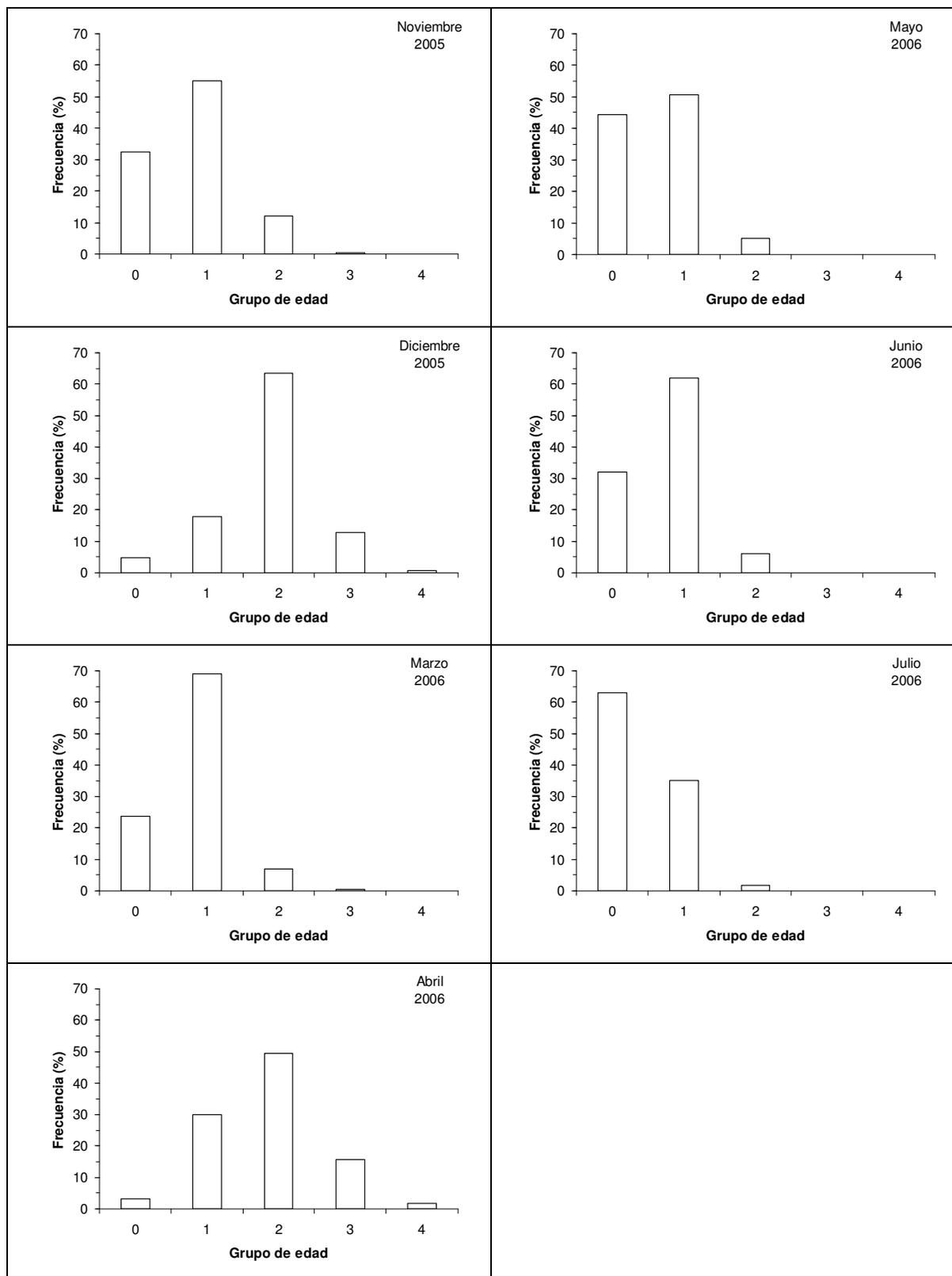


Figura 41. Estructura de edad global mensual de bacaladillo (ambos sexos), obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Lota-Coronel.

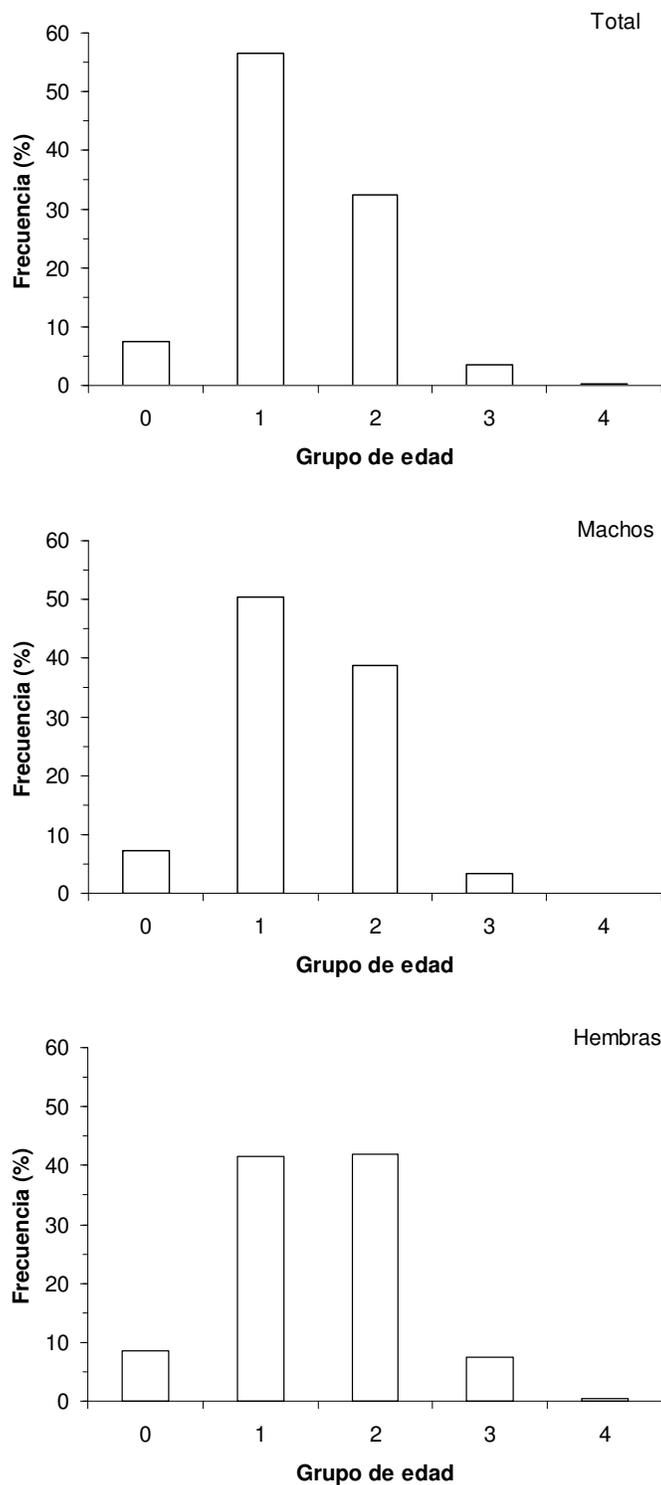


Figura 42. Estructura de edad global, machos y hembras de bacaladillo obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Talcahuano-San Vicente.

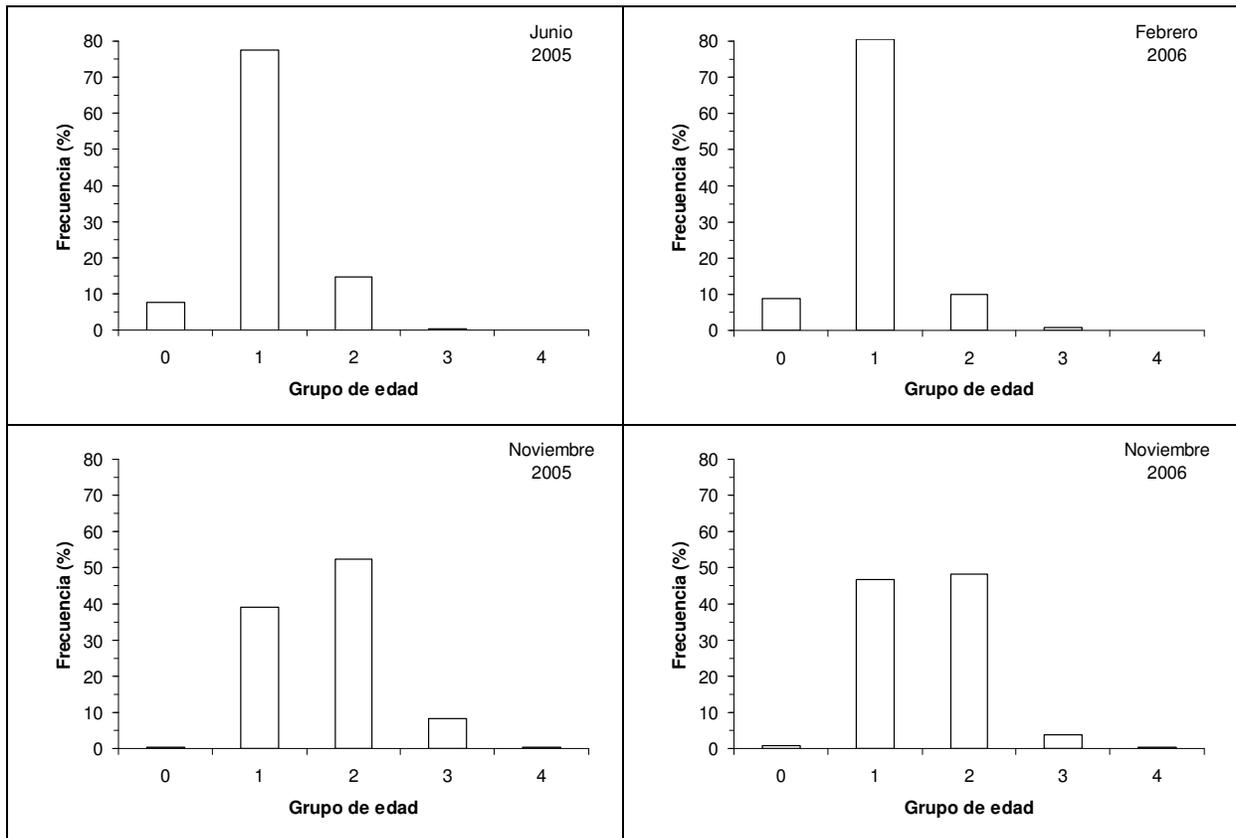


Figura 43. Estructura de edad global mensual de bacaladillo (ambos sexos), obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Talcahuano-San Vicente.

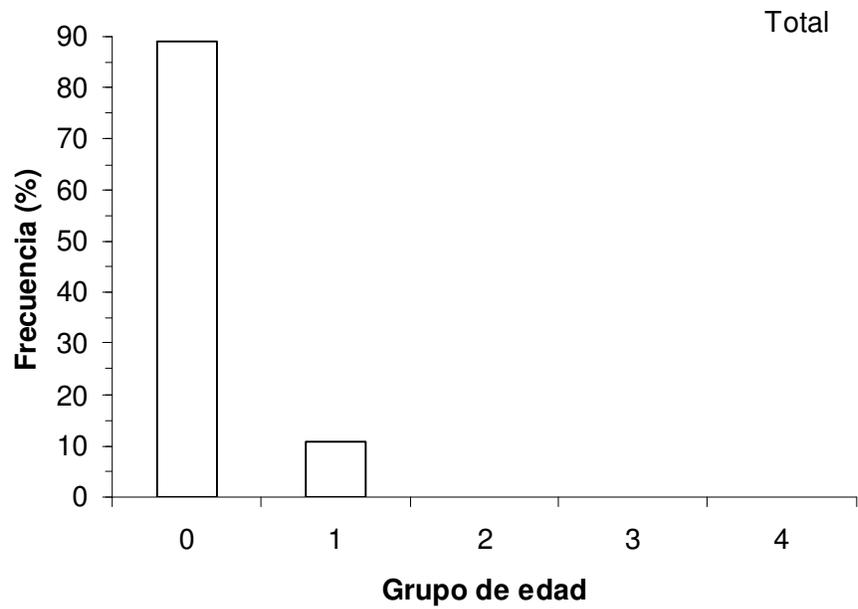


Figura 44. Estructura de edad global, machos y hembras de bacaladillo obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad San Antonio.

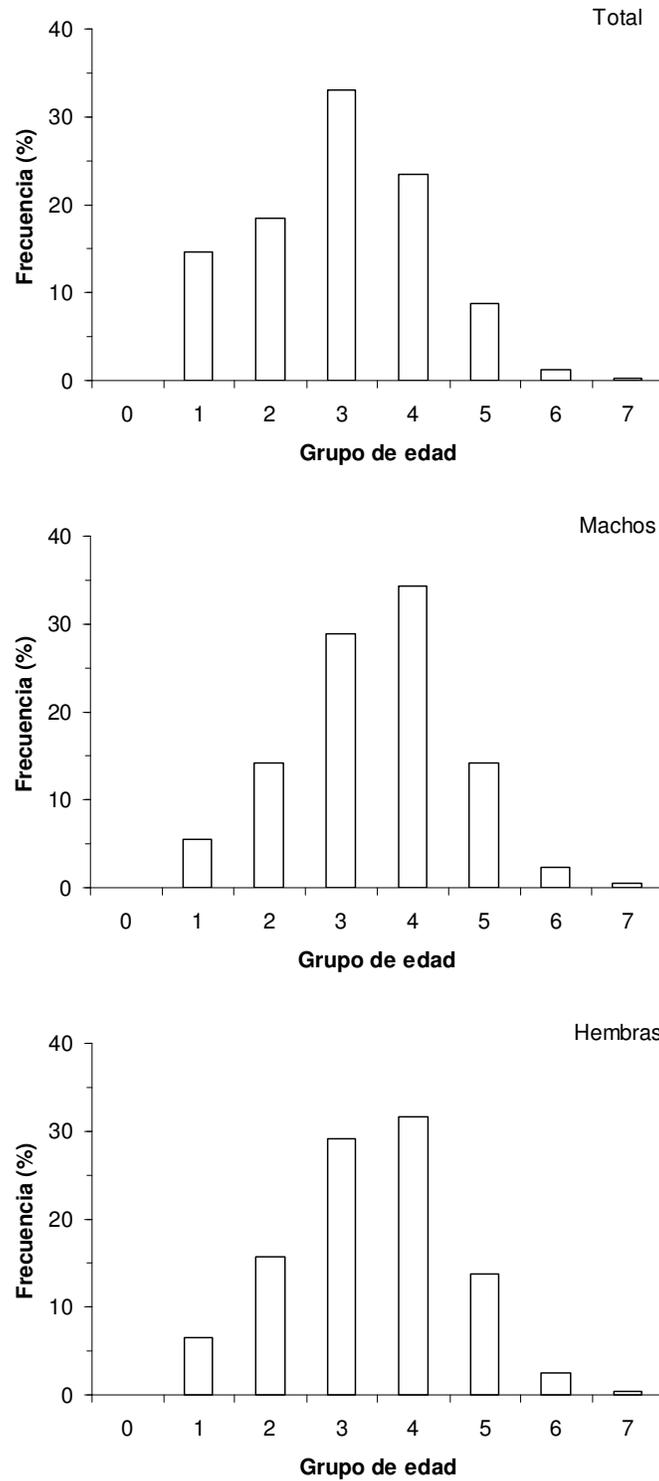


Figura 45. Estructura de edad global, machos y hembras de machuelo obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Corral.

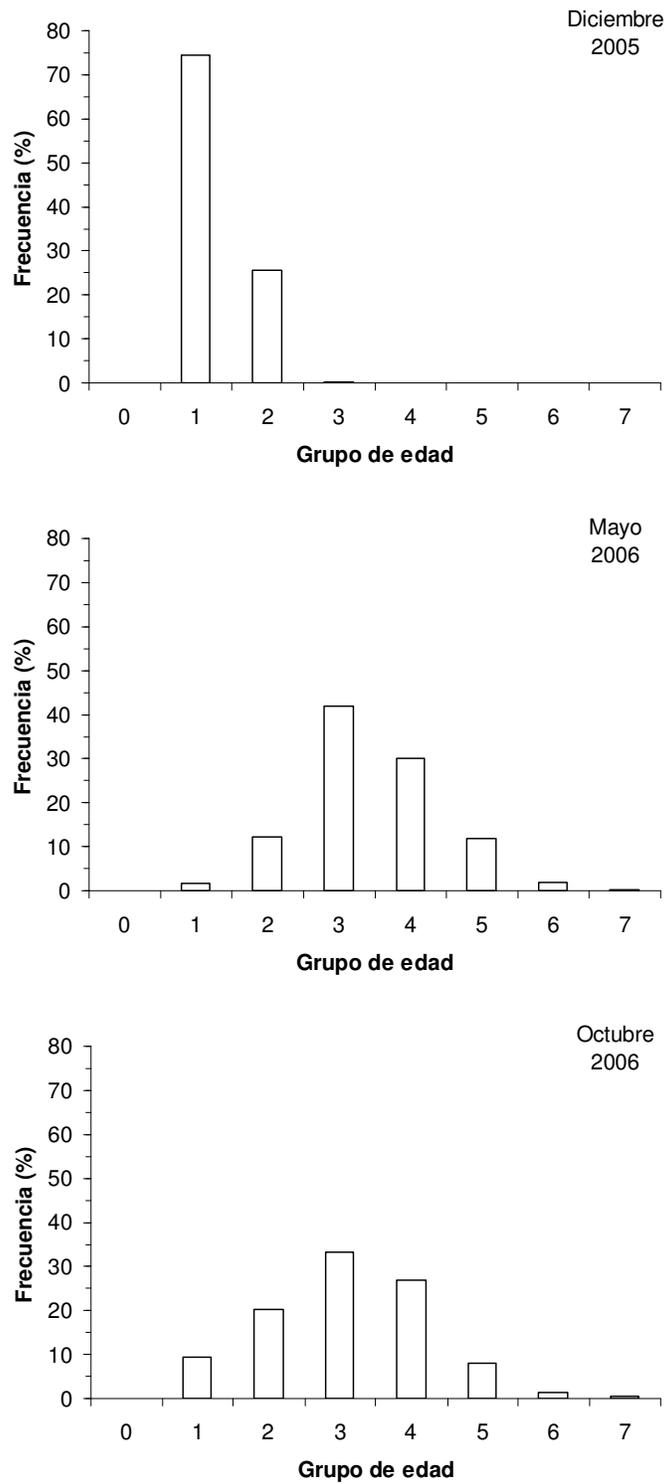


Figura 46. Estructura de edad global mensual de machuelo (ambos sexos), obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Corral.

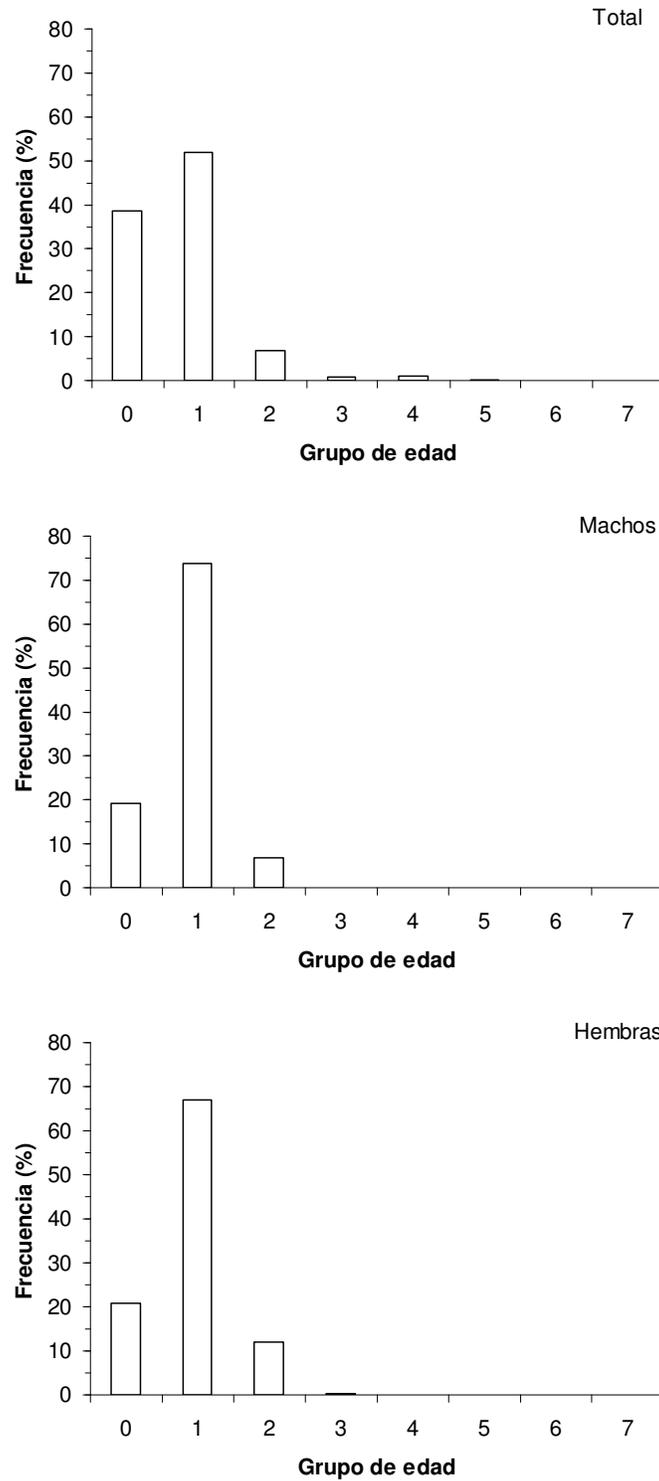


Figura 47. Estructura de edad global, machos y hembras de machuelo obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Lota-Coronel.

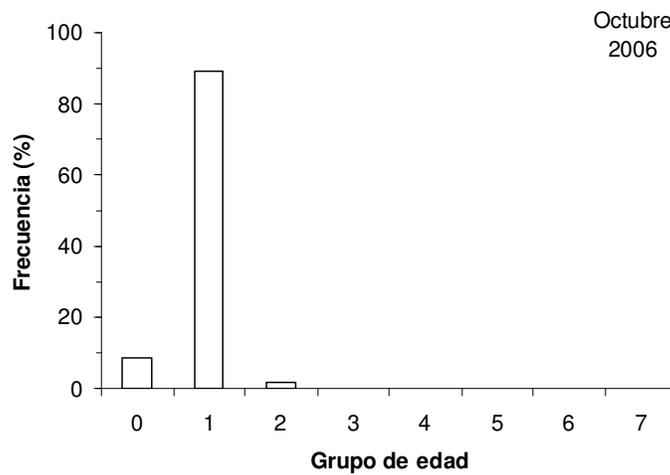
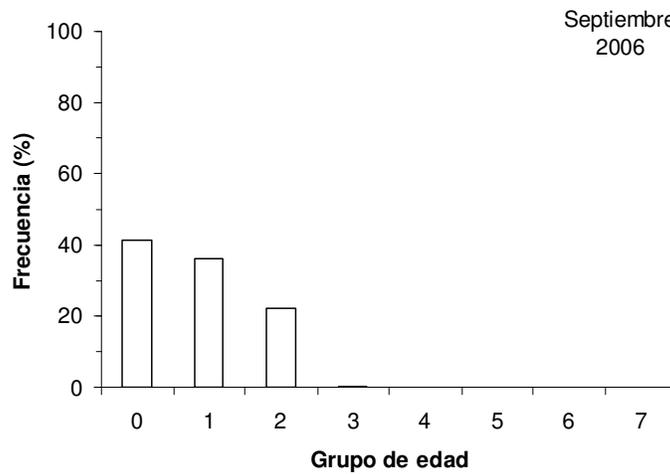
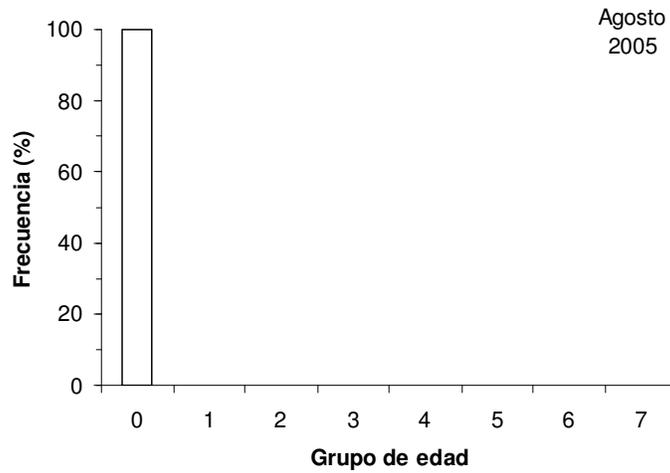


Figura 48. Estructura de edad global mensual de machuelo (ambos sexos), obtenidas durante el periodo de estudio en la localidad Corral.

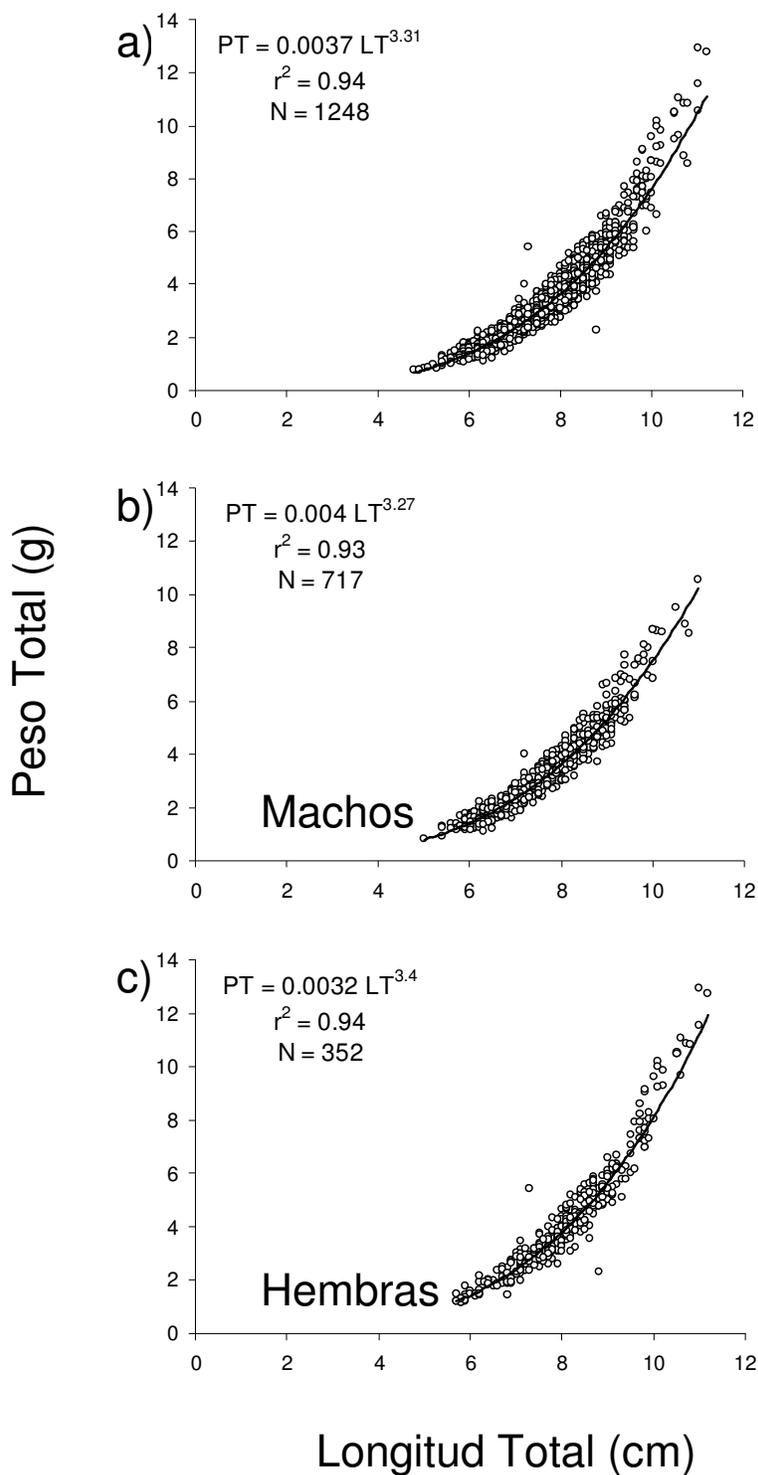


Figura 49. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio del 2005 a Julio de 2006. a) Total, b) Machos y c) Hembras.

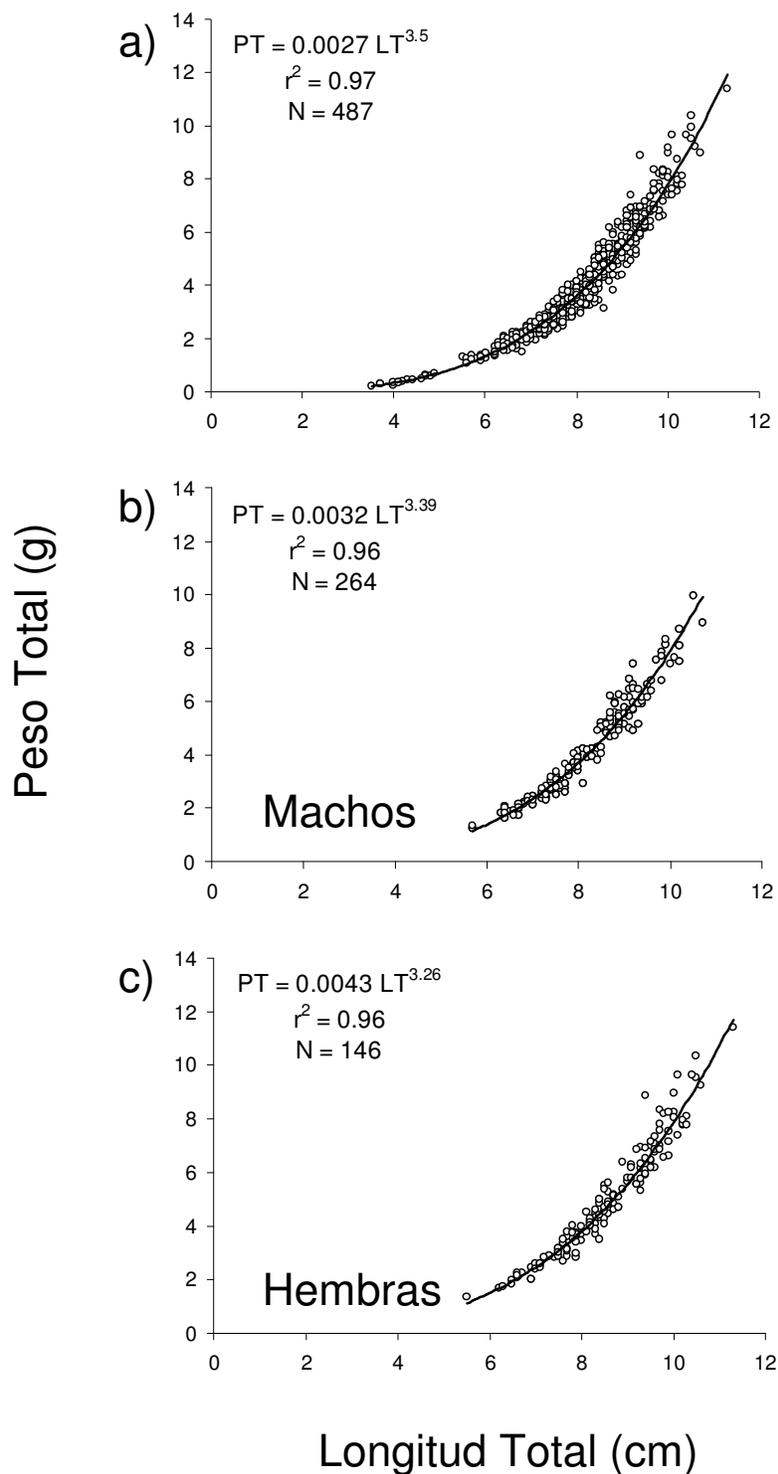


Figura 50. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el período de Julio del 2005 a Mayo del 2006. a) Total de individuos, b) Machos y c) Hembras.

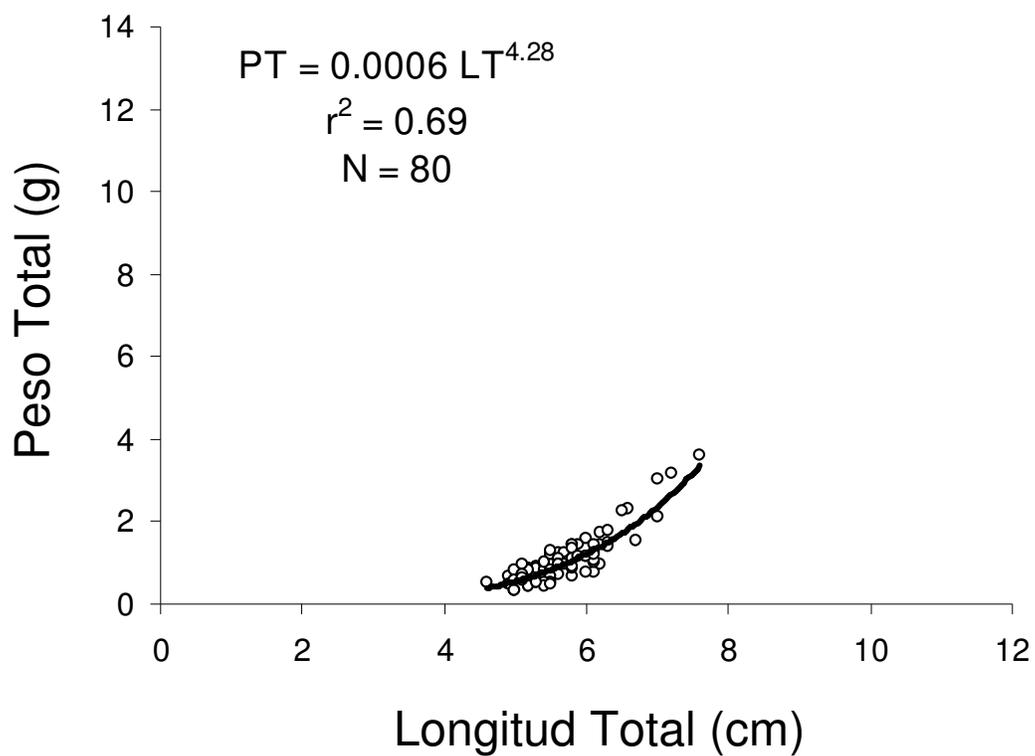


Figura 51. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de bacaladillo en la zona de San Antonio en Marzo de 2006.

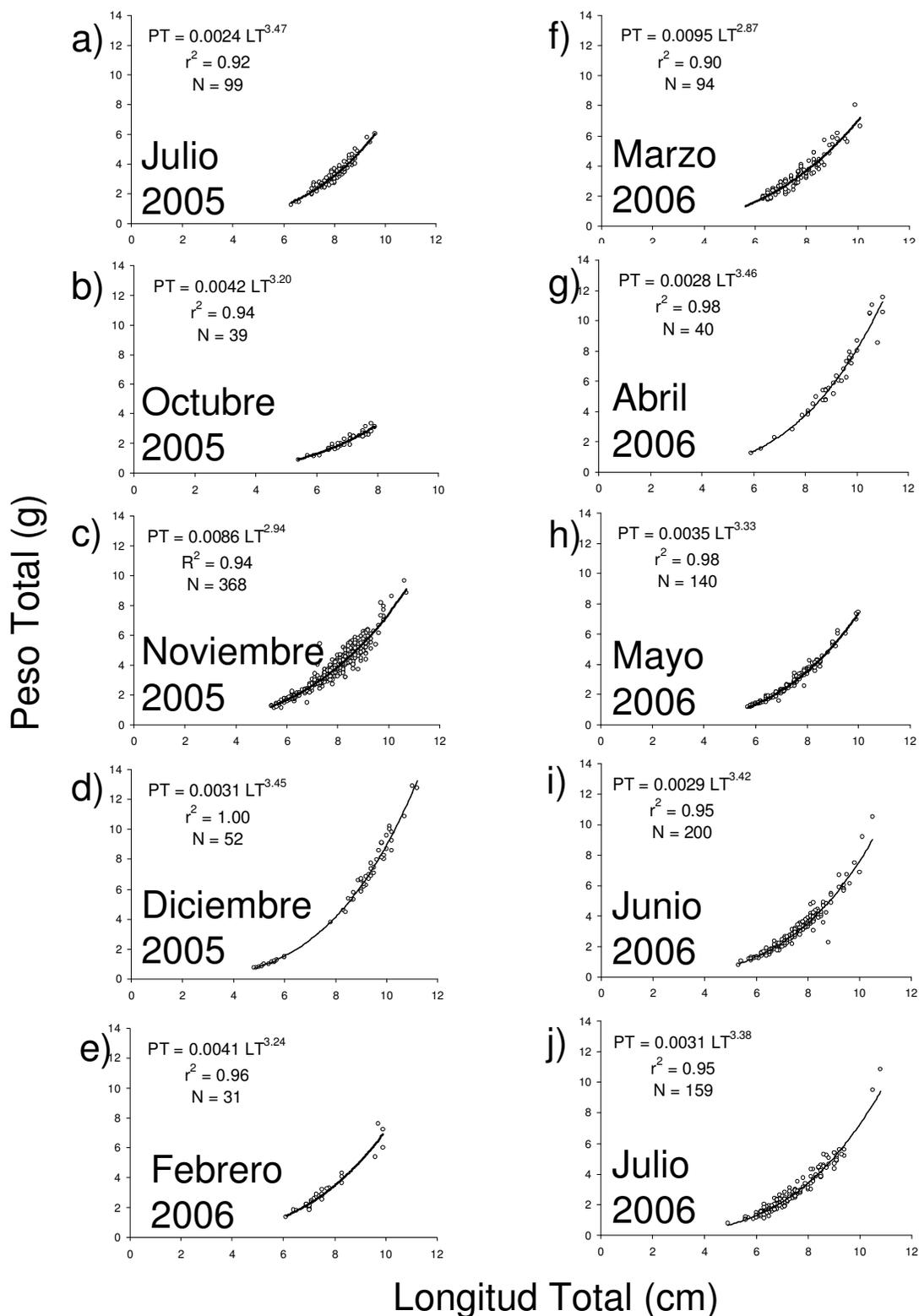


Figura 52. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Julio de 2005 a Julio de 2006.

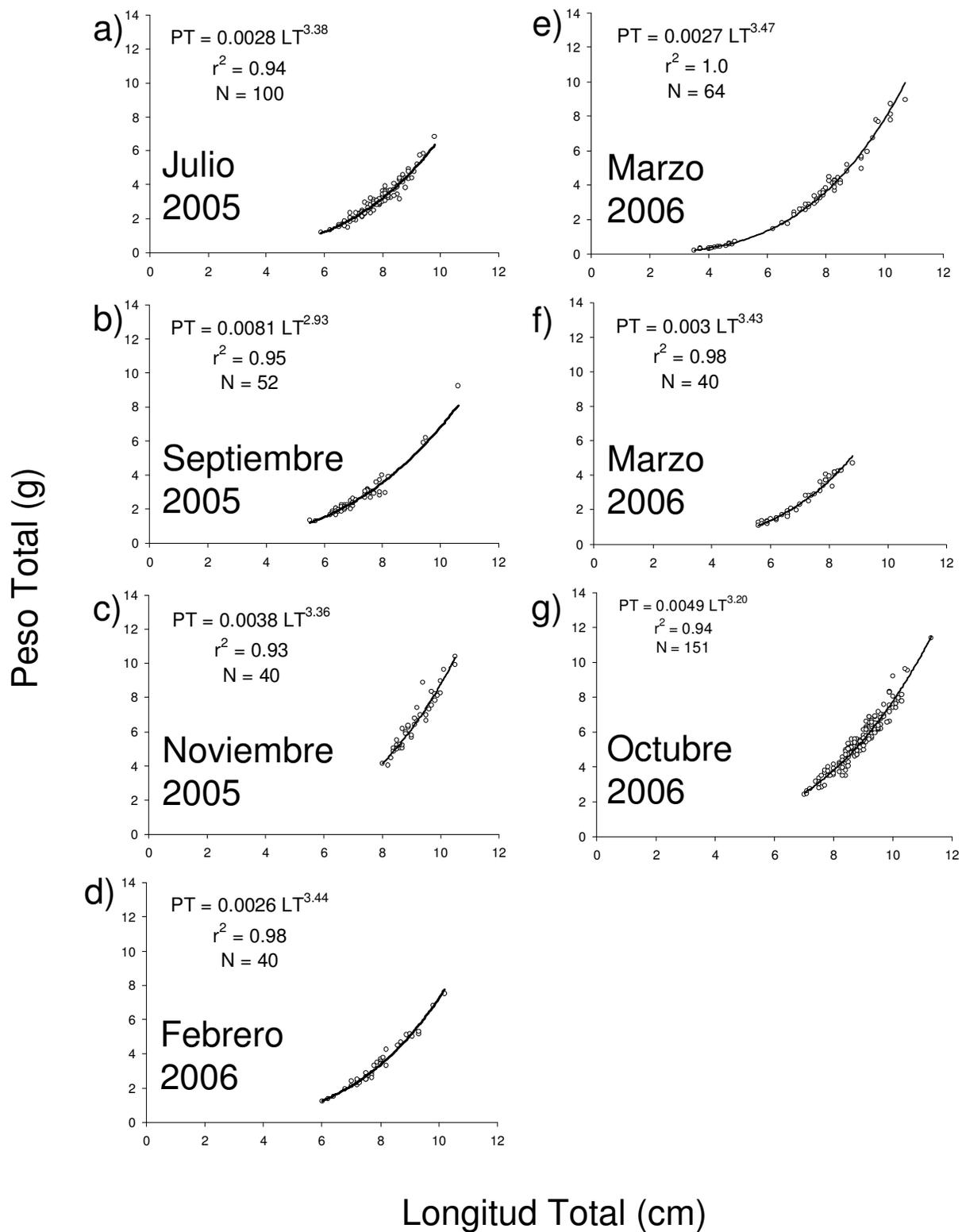


Figura 53. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el período de Julio de 2005 a Octubre de 2006.

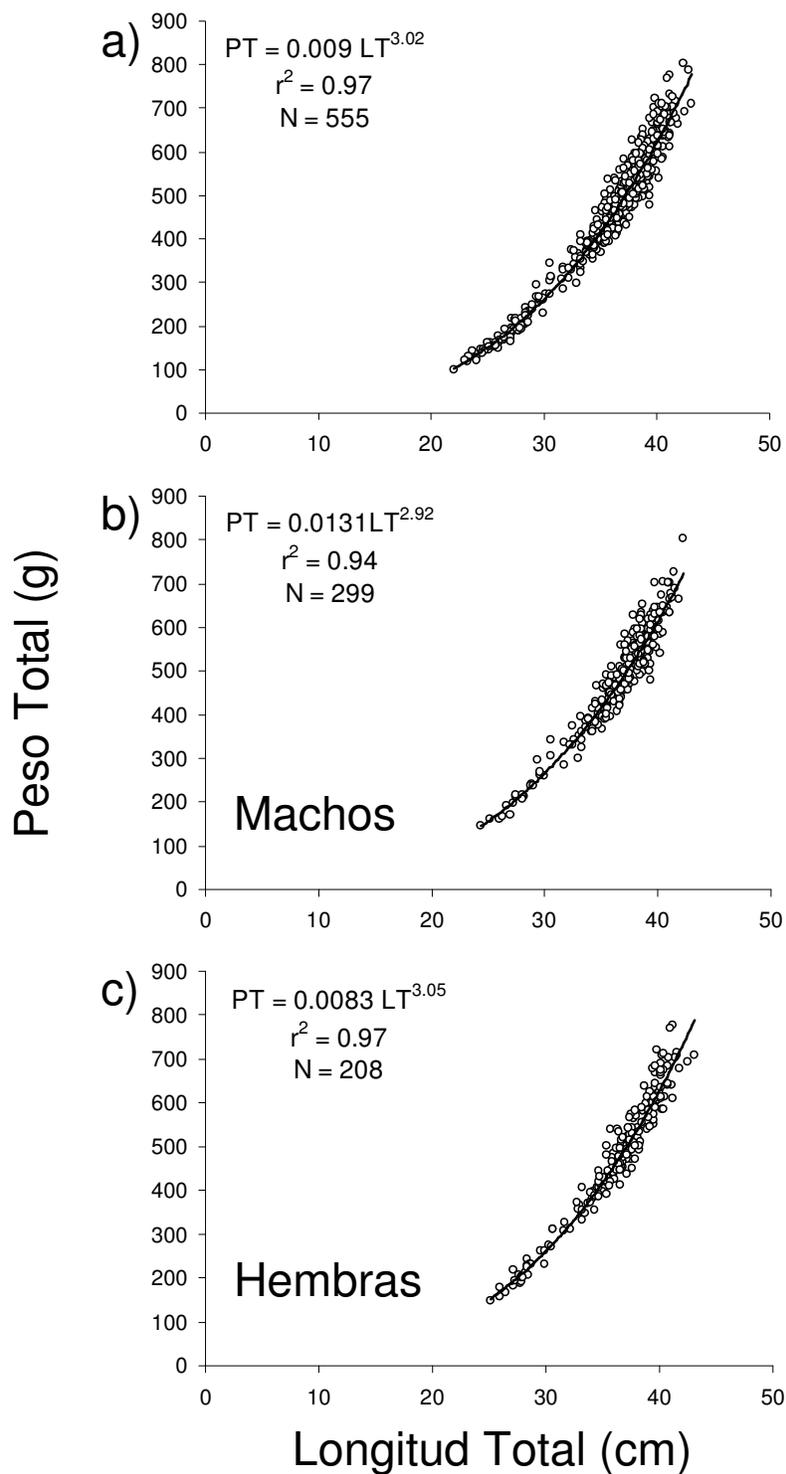


Figura 54. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de machuelo en la zona de Corral durante el período de Diciembre de 2005 a Noviembre de 2006.

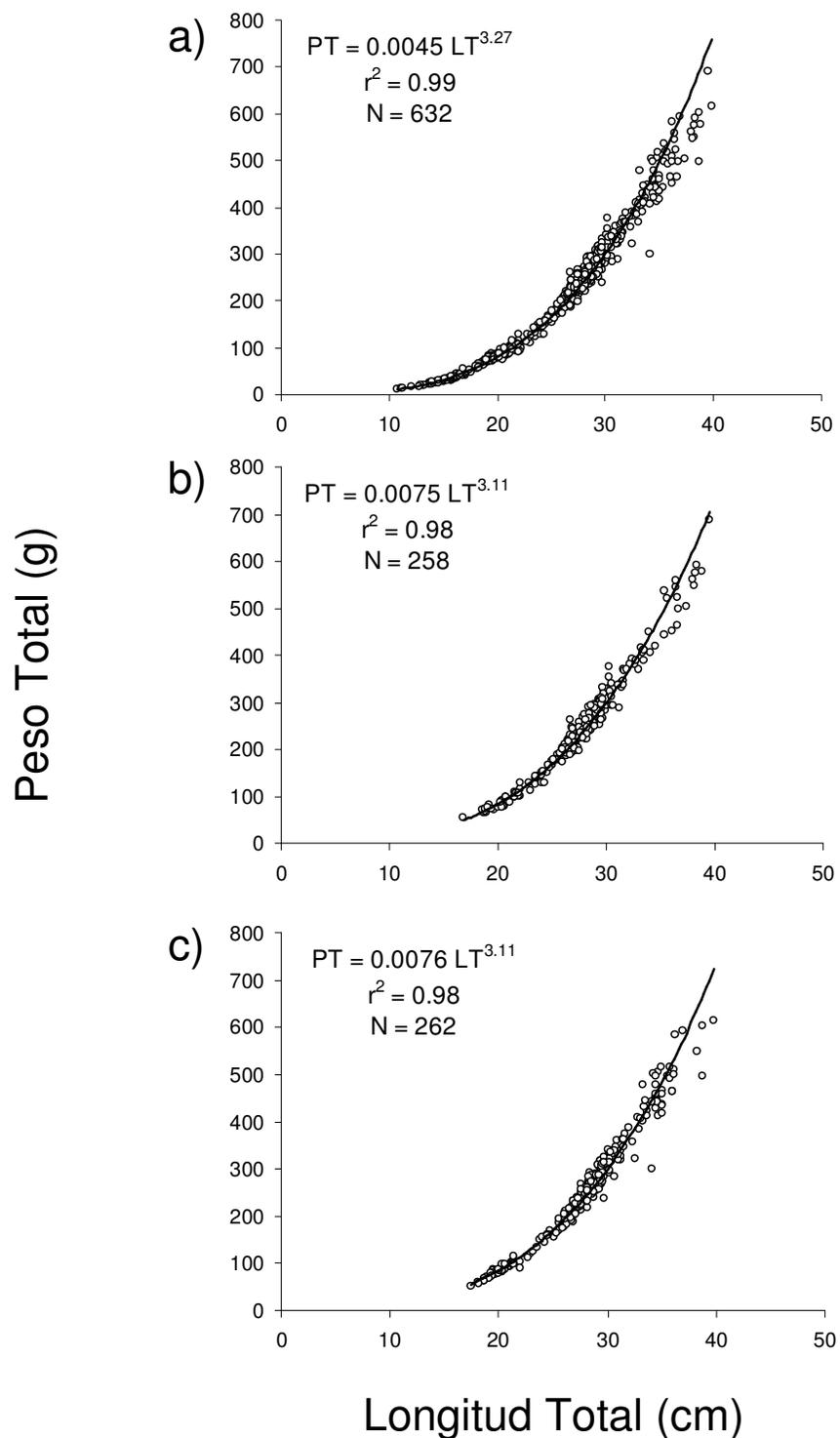


Figura 55. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) de machuelo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Agosto de 2005 a Octubre de 2006.

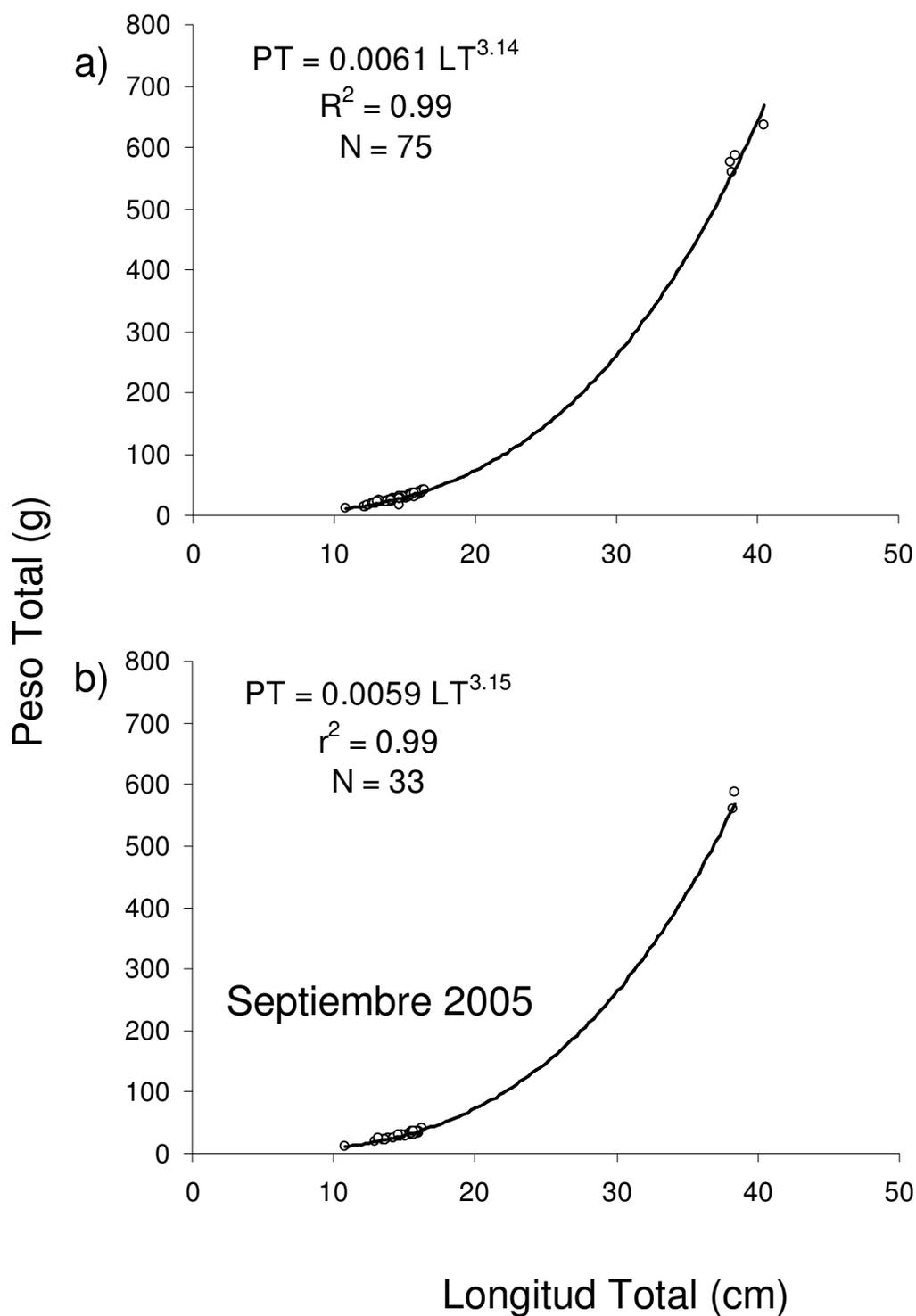


Figura 56. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) para ambos sexos de machuelo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante los meses de Septiembre a Noviembre del 2005. a) Total, b) Hembras Septiembre 2005.

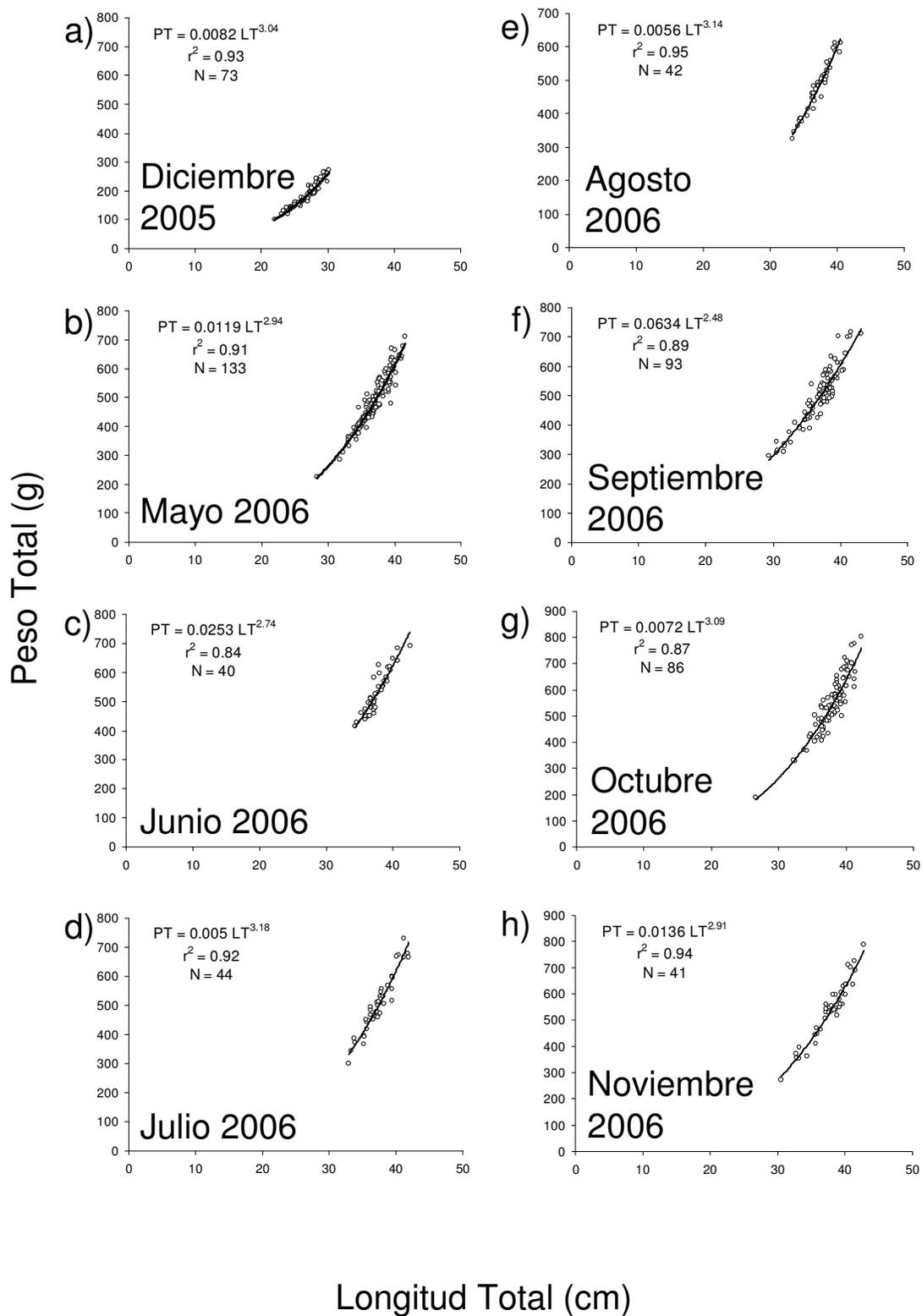


Figura 57. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) por mes de machuelo en la zona de Corral durante el período de Diciembre de 2005 a Noviembre de 2006.

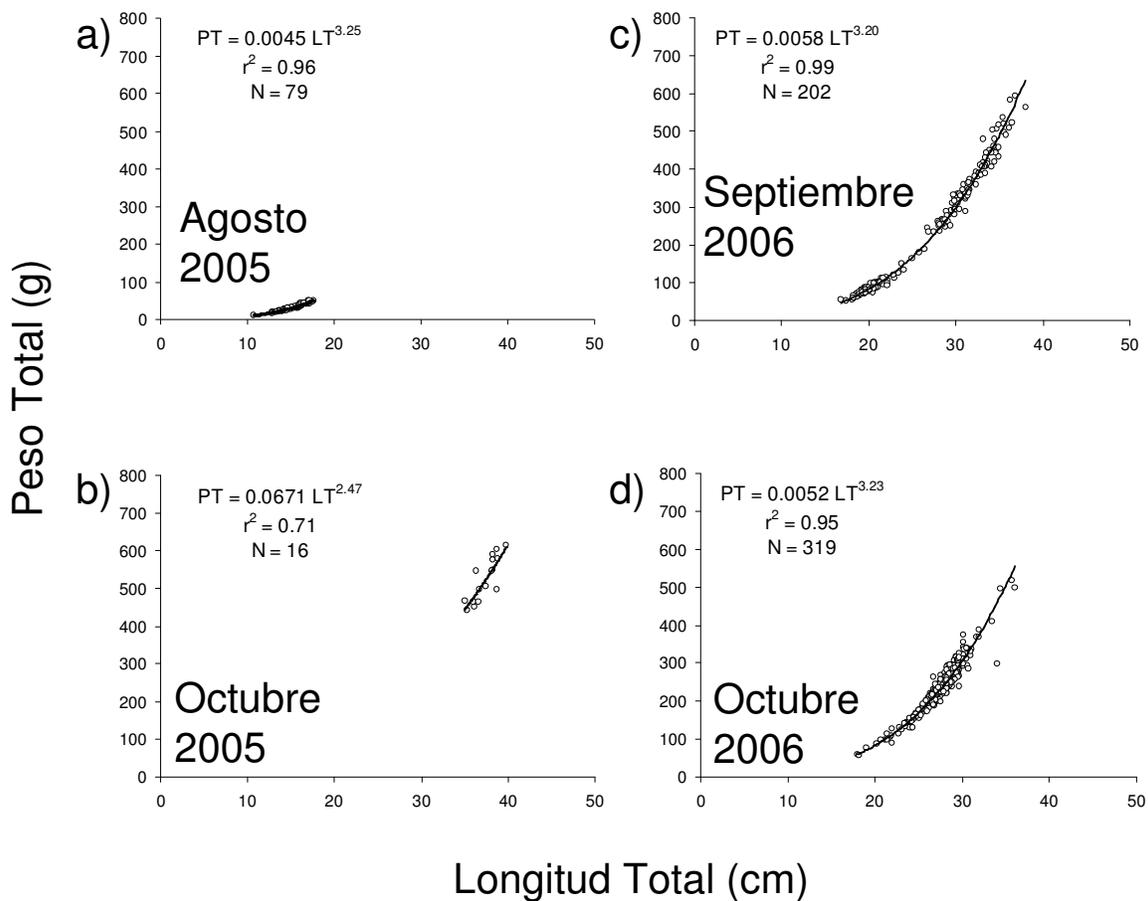


Figura 58. Relación peso total (PT) en función de la longitud total (LT) por mes de machuelo en la zona de Lota-Coronel durante el período de Agosto de 2005 a Octubre de 2006.

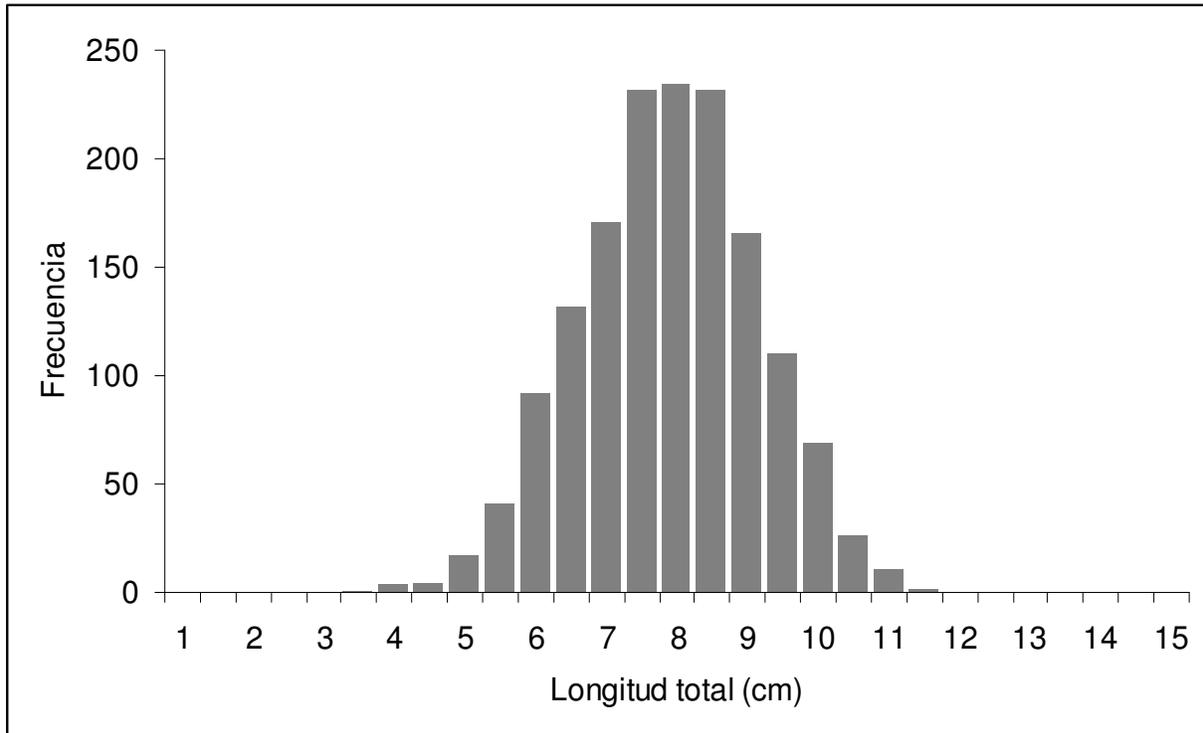


Figura 59. Distribución de frecuencia de longitud de bacaladillo utilizados para la determinación de la edad de la zona centro-sur.

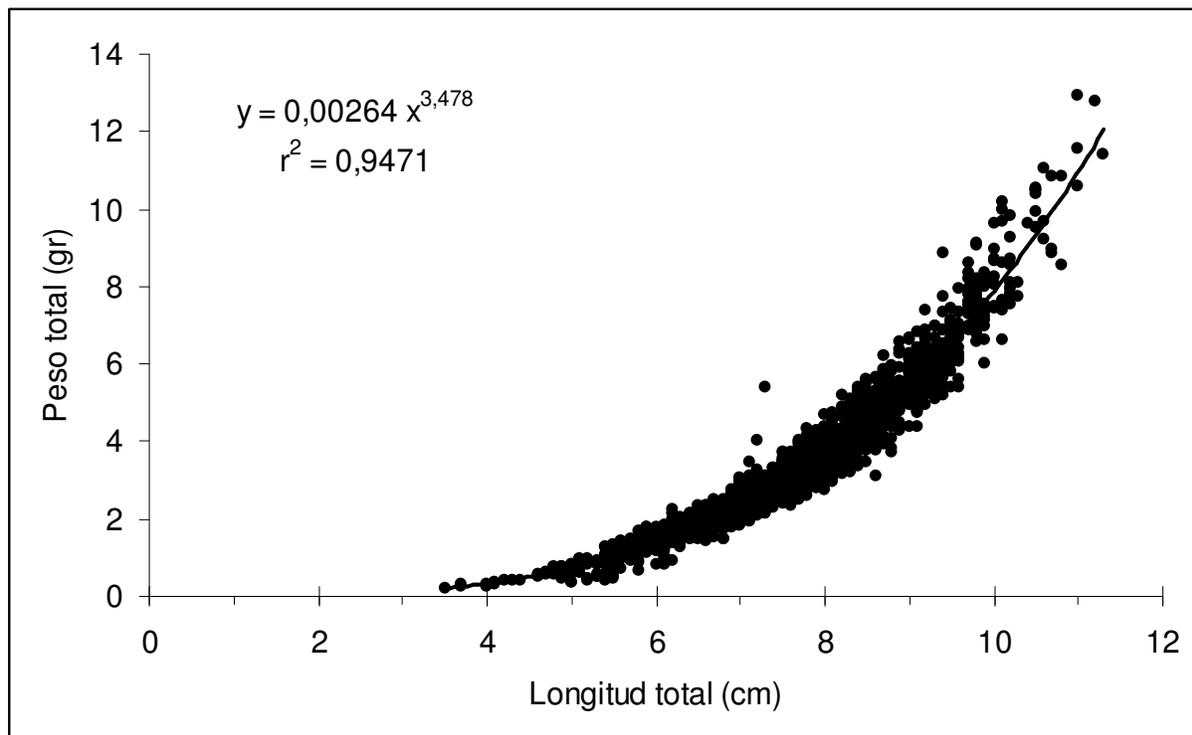


Figura 60. Relación longitud peso del bacaladillo zona centro-sur.

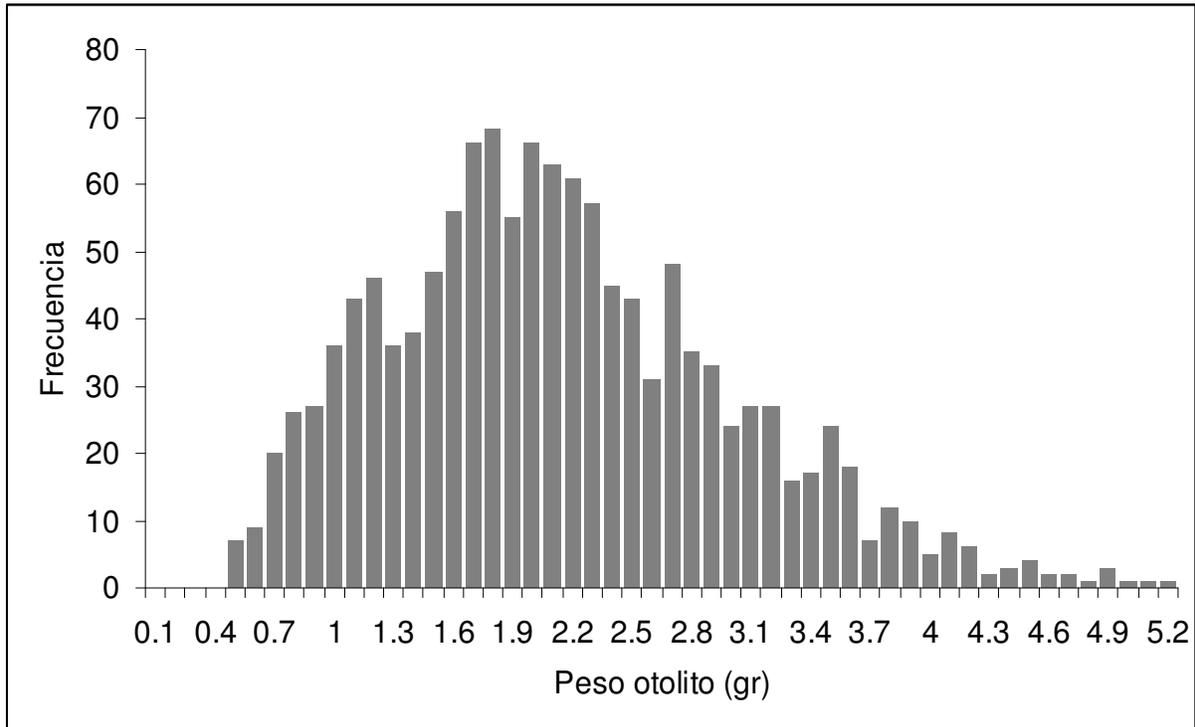


Figura 61. Distribución de frecuencia del peso del otolito de bacaladillo.

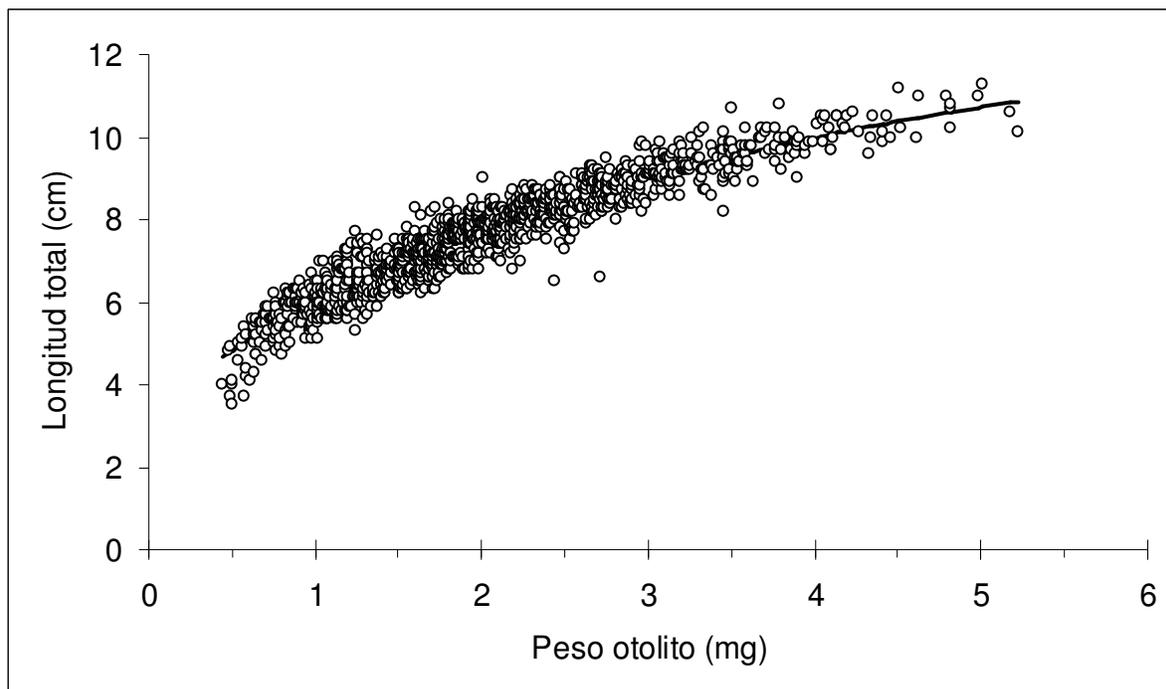


Figura 62. Ajuste del modelo del tipo de von Bertalanffy a los datos peso otolito-longitud pez del bacaladillo.

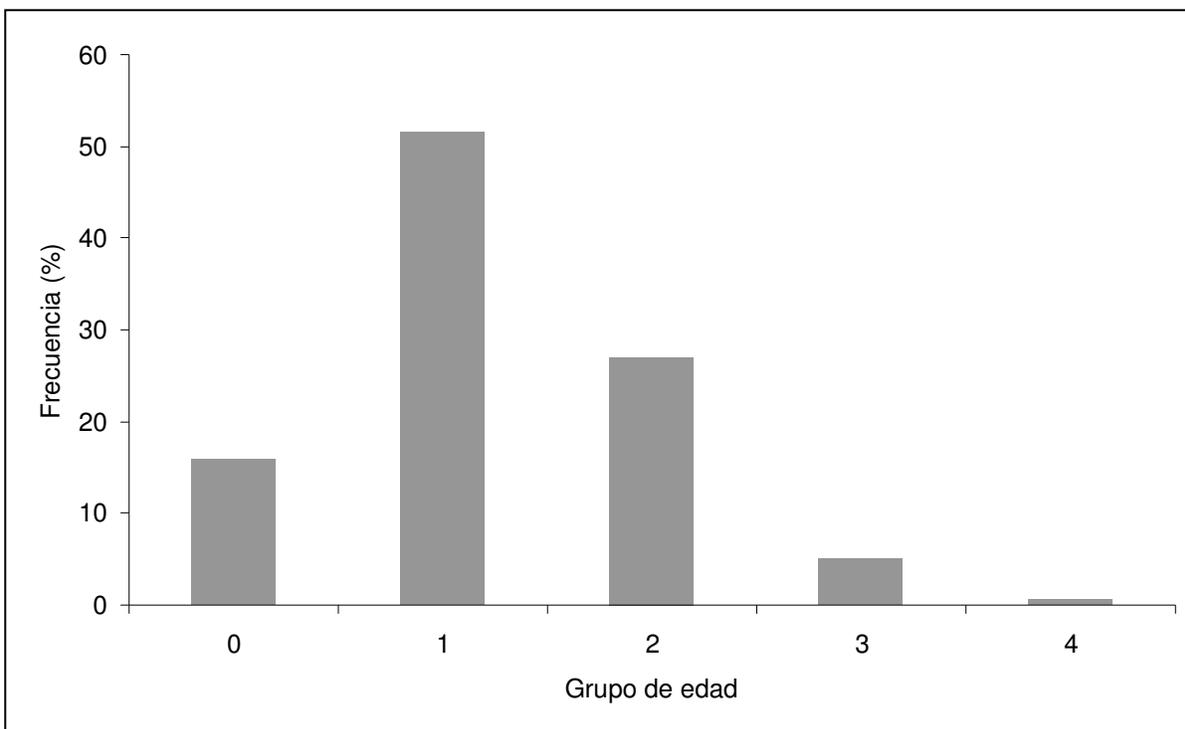


Figura 63. Estructura de edad del bacaladillo obtenida de la clave talla edad.

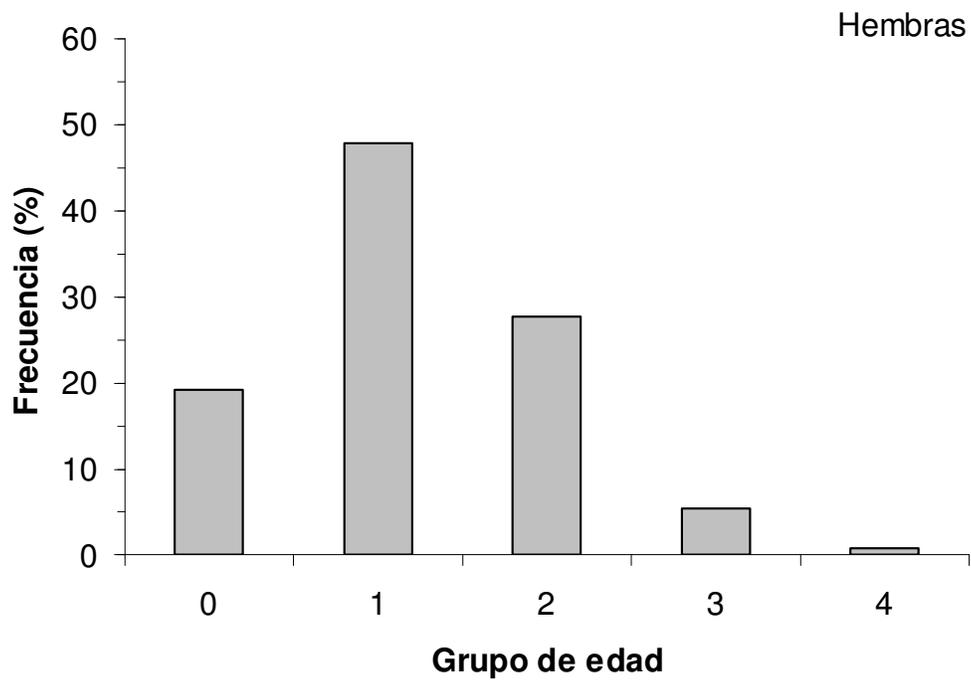
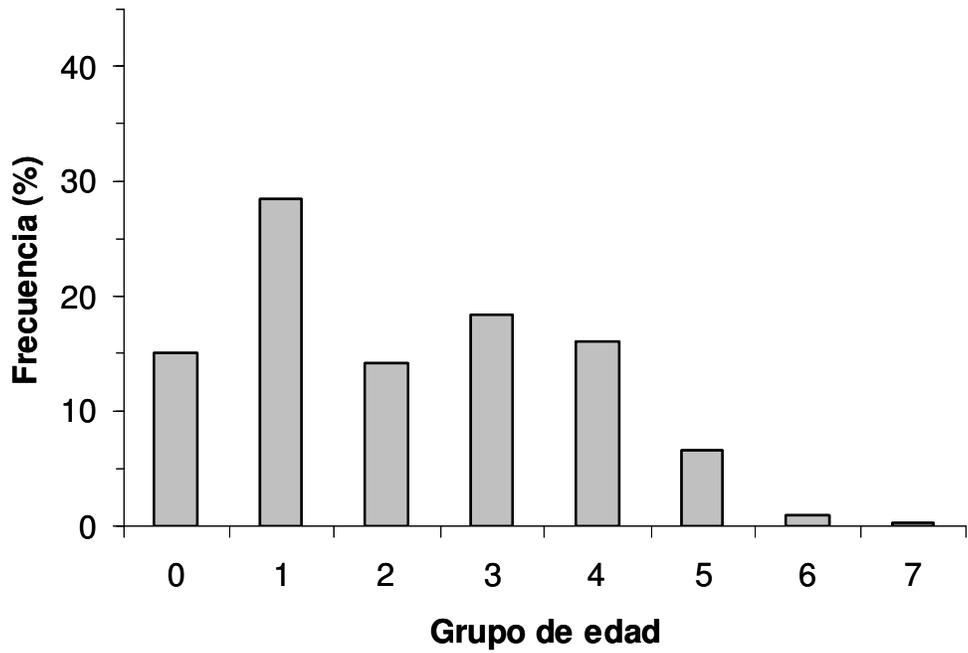


Figura 64. Estructura de edad machos y hembras de bacaladillo obtenida de la clave talla edad.

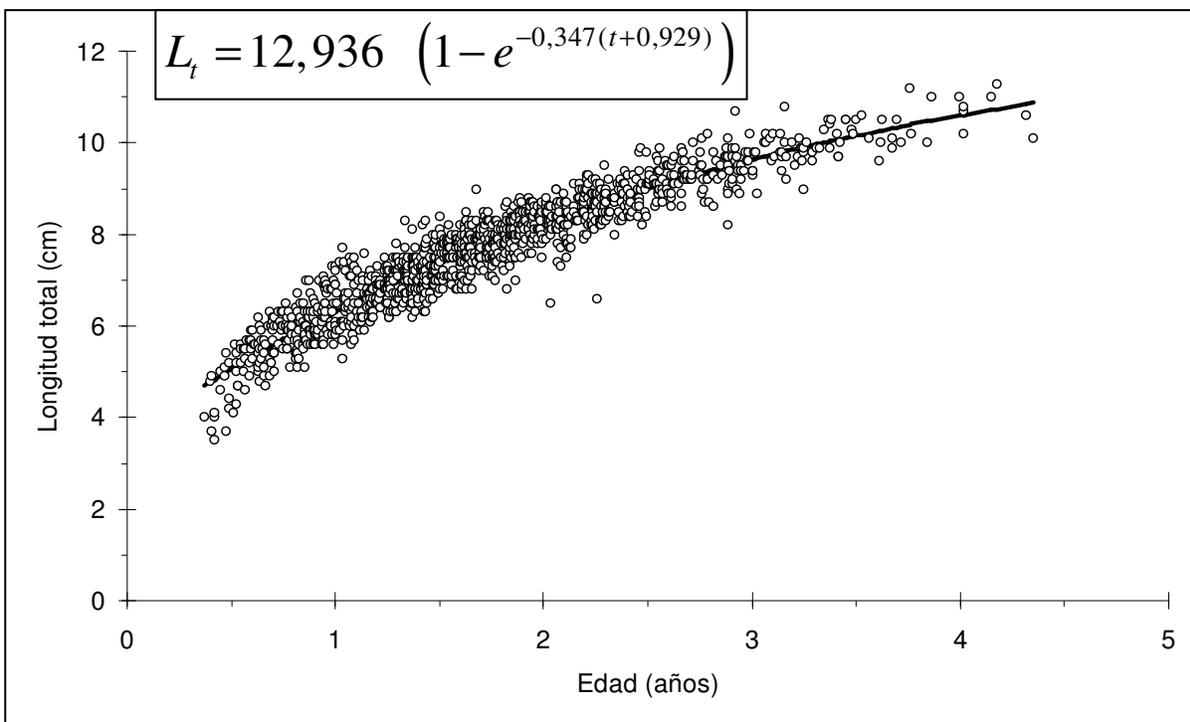


Figura 65. Relación edad-talla del bacaladillo y los parámetros del ajuste del modelo de von Bertalanffy.

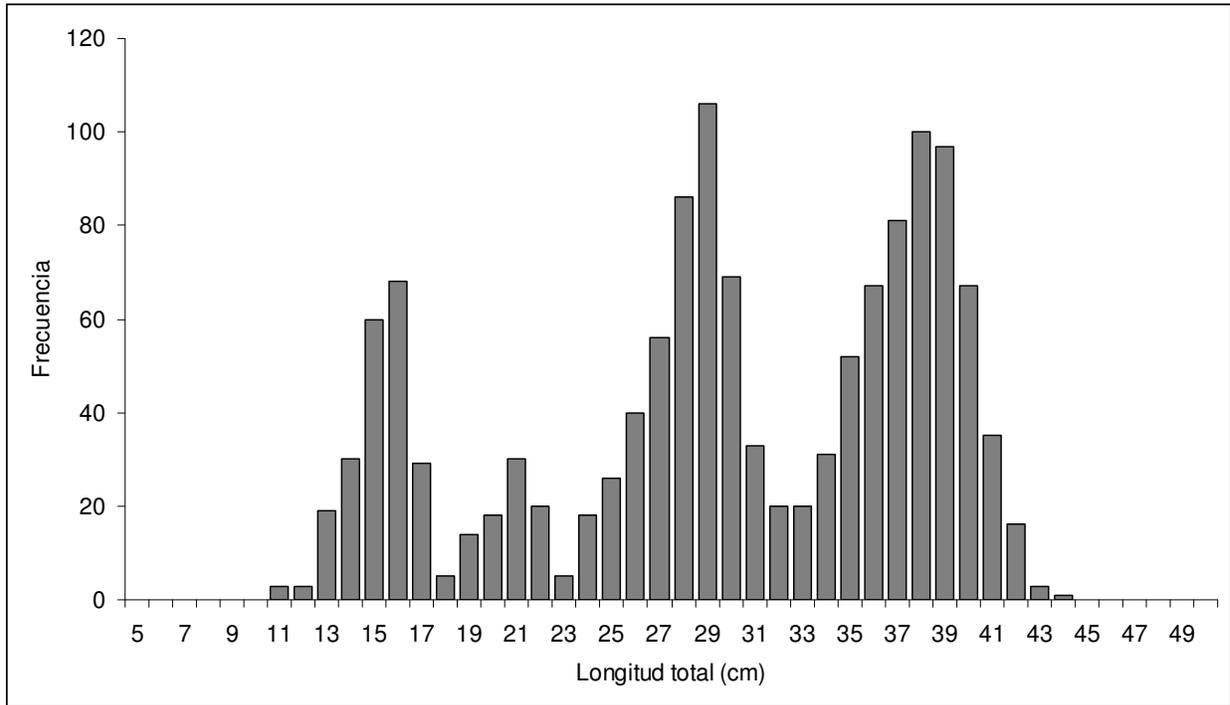


Figura 66. Distribución de frecuencia de longitud de ejemplares de machuelo utilizados en el presente estudio para determinación de edad.

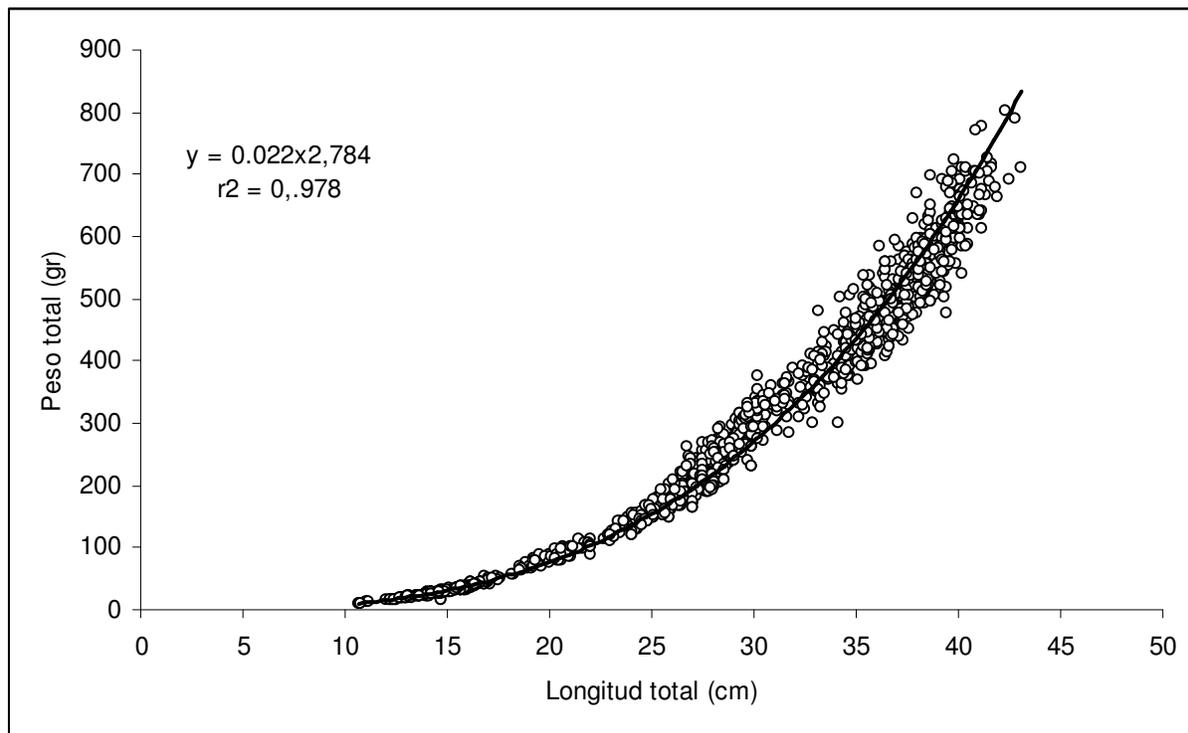


Figura 67. Relación longitud-peso de machuelo.

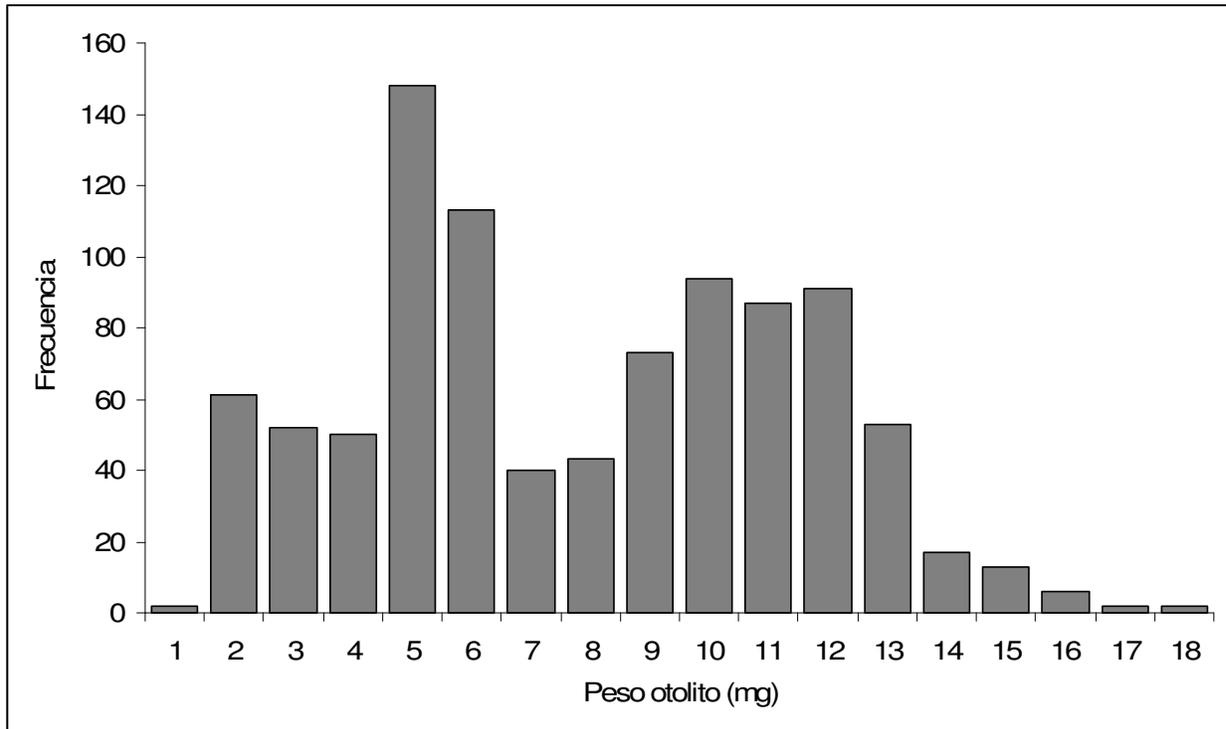


Figura 68. Distribución de frecuencia del peso del otolito para el machuelo de la zona centro-sur.

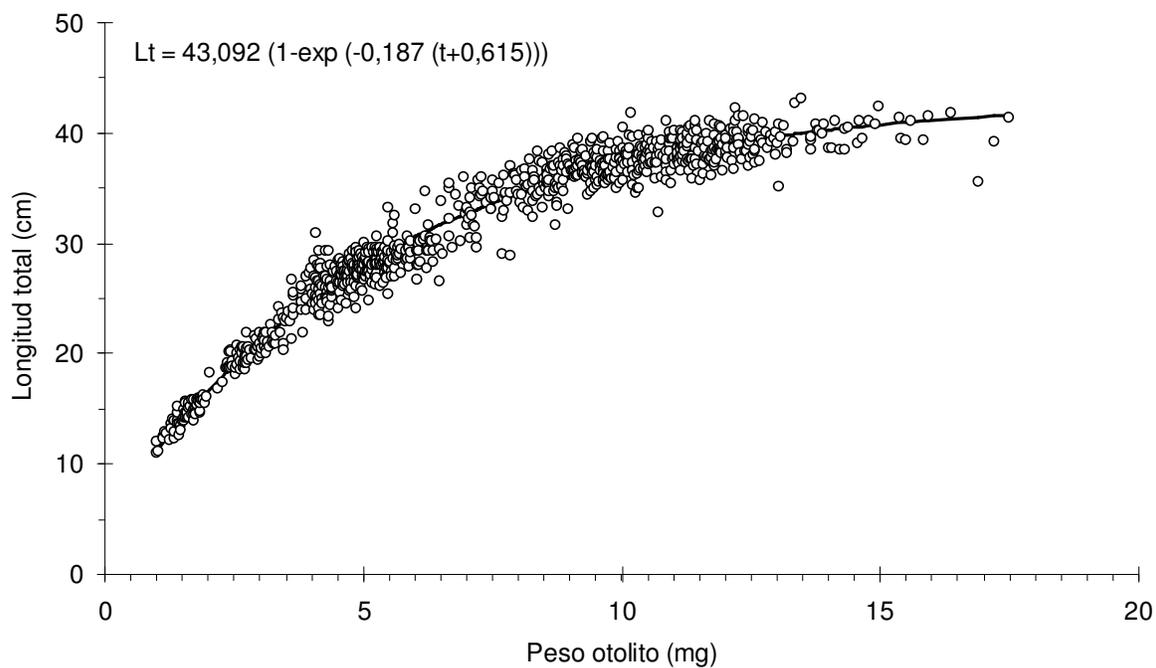


Figura 69. Ajuste del modelo del tipo de von Bertalanffy a los datos peso otolito-longitud pez del machuelo.

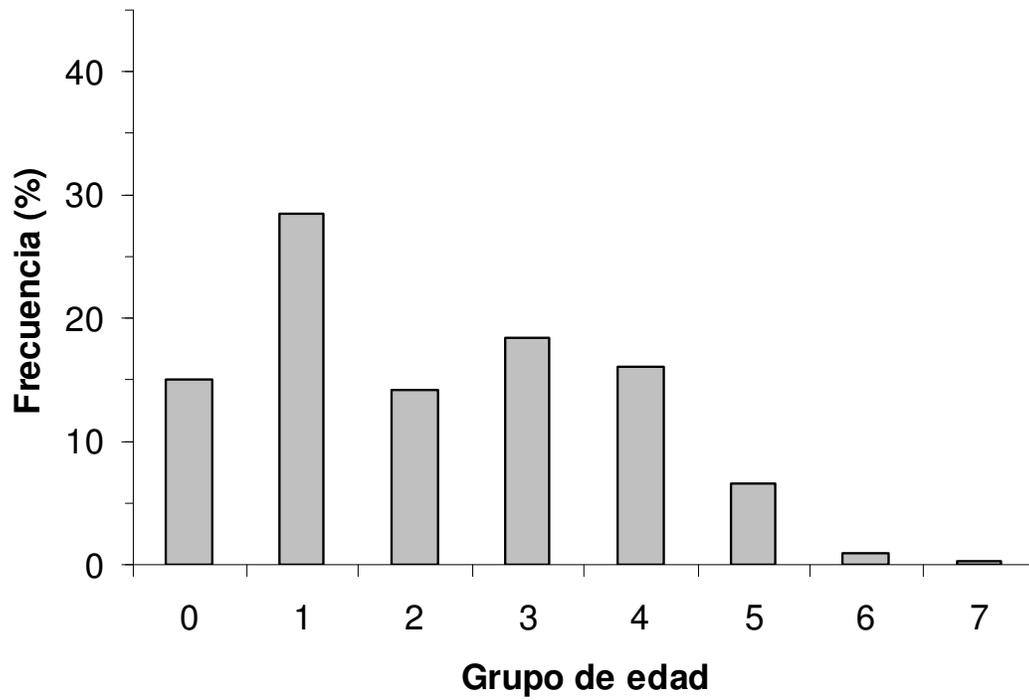


Figura 70. Estructura de edad del machuelo obtenida de la clave talla edad.

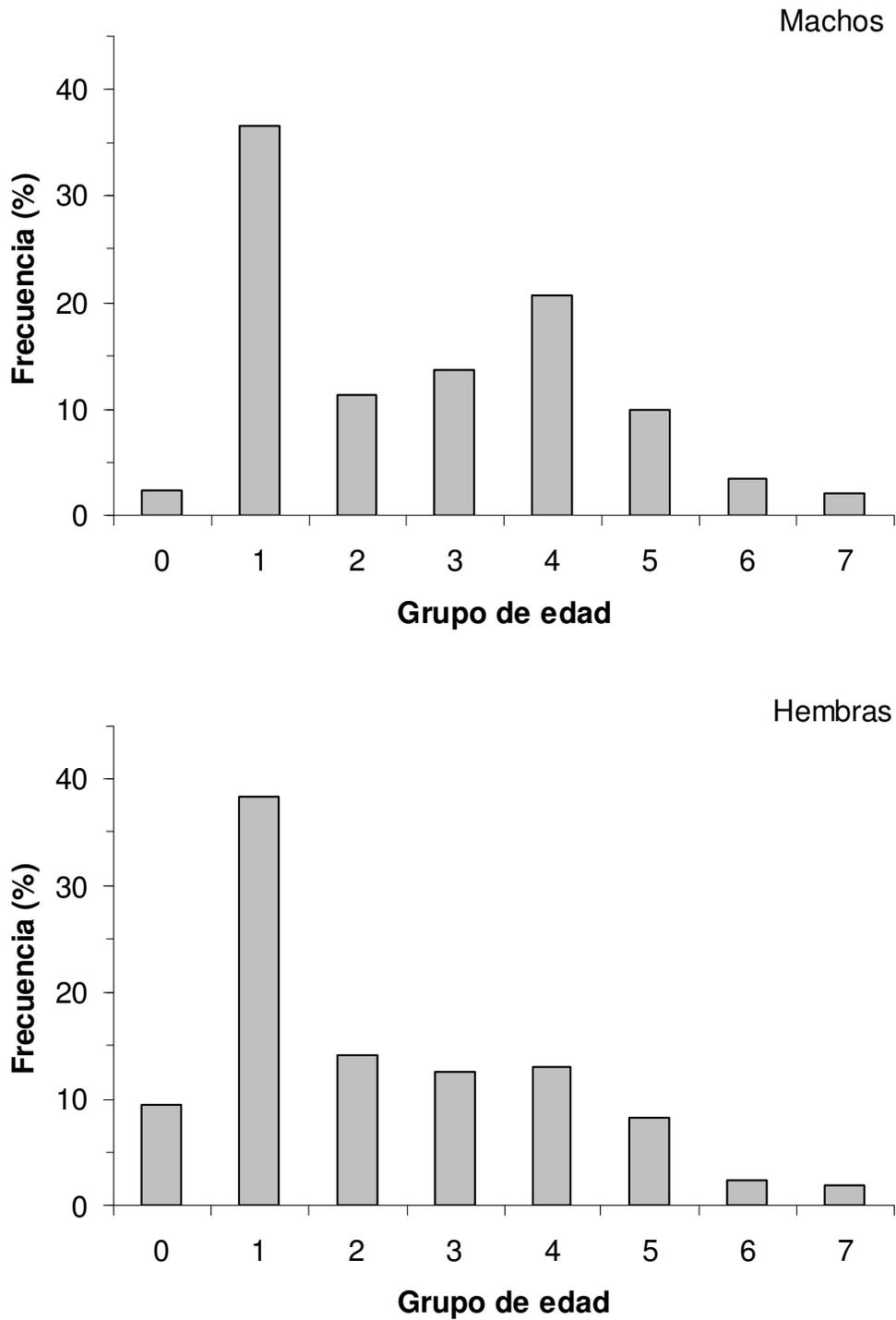


Figura 71. Estructura de edad machos y hembras de bacaladillo obtenida de la clave talla edad.

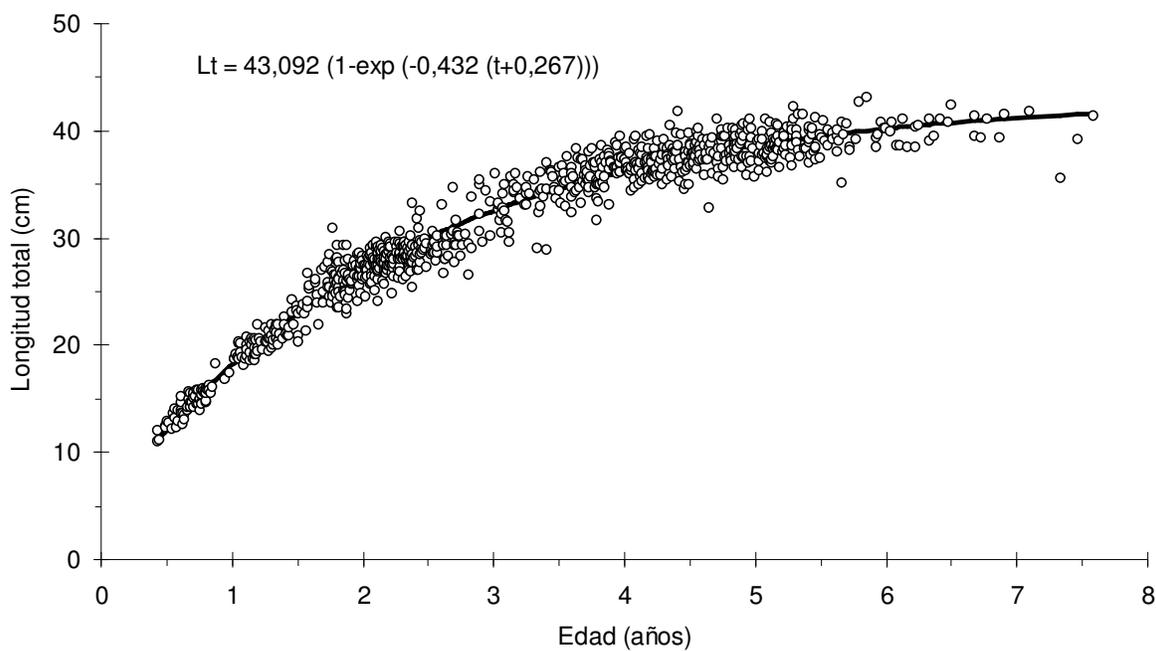


Figura 72. Relación edad-talla del machuelo y los parámetros del ajuste del modelo de von Bertalanffy.

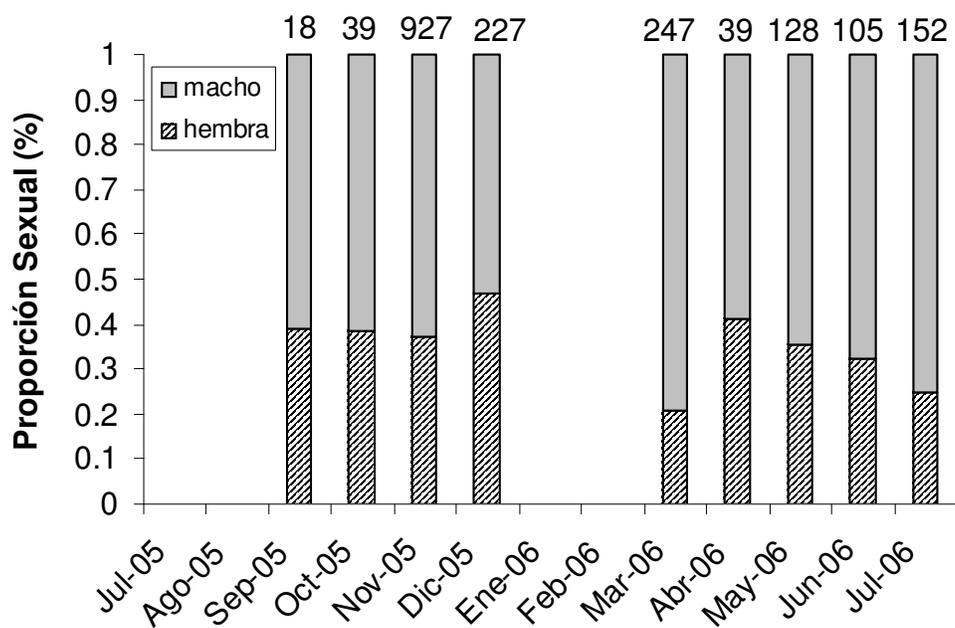


Figura 73. Proporción sexual de bacaladillo en la zona de Lota-Coronel durante el periodo Julio de 2005 a Julio de 2006. Los tamaños de muestra se indican sobre cada mes.

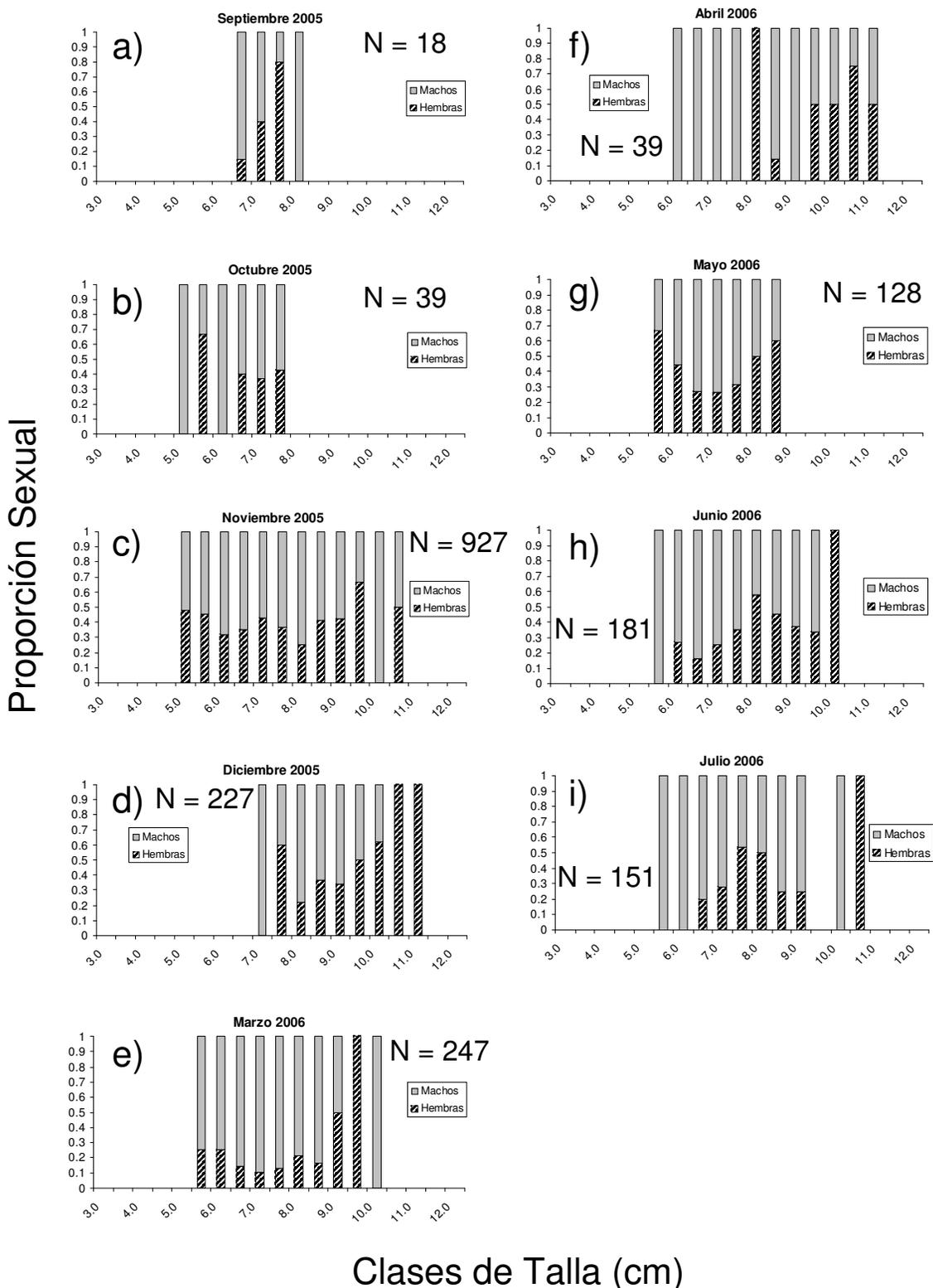


Figura 74. Proporción sexual de bacaladillo por clase de talla en la zona de Lota-Coronel durante el periodo Julio de 2005 a Julio de 2006.

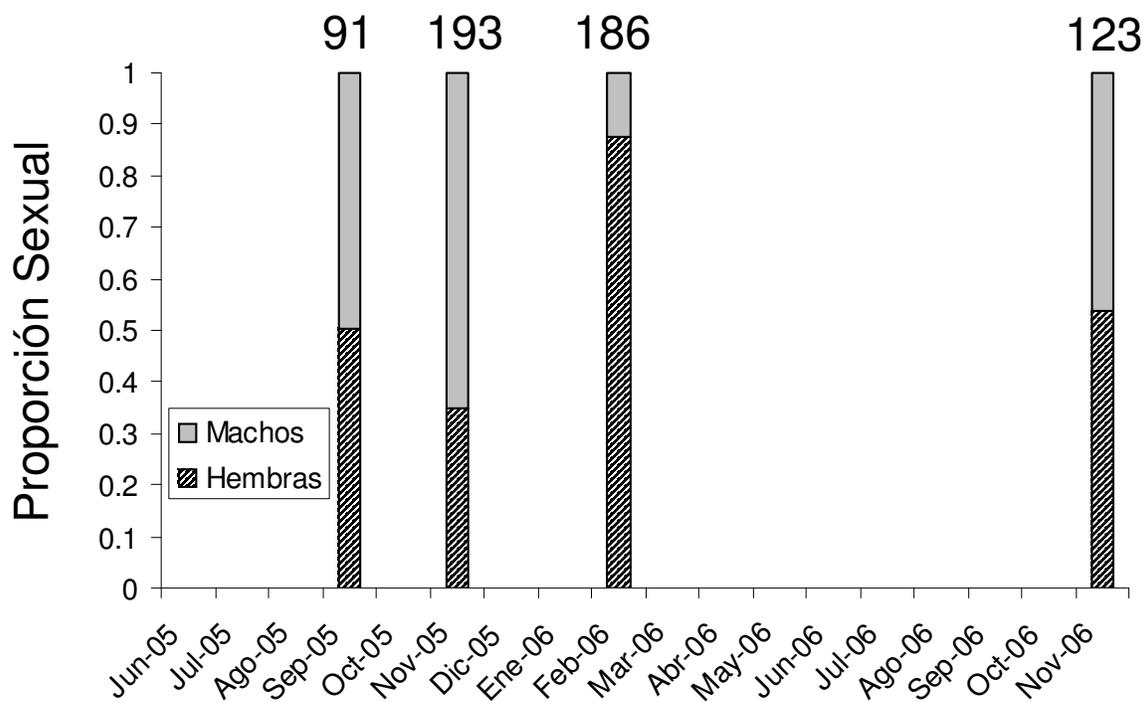


Figura 75. Proporción sexual de bacaladillo en la zona de Talcahuano-San Vicente durante el periodo Julio de 2005 a Noviembre de 2006. Los tamaños de muestra se indican sobre cada mes.

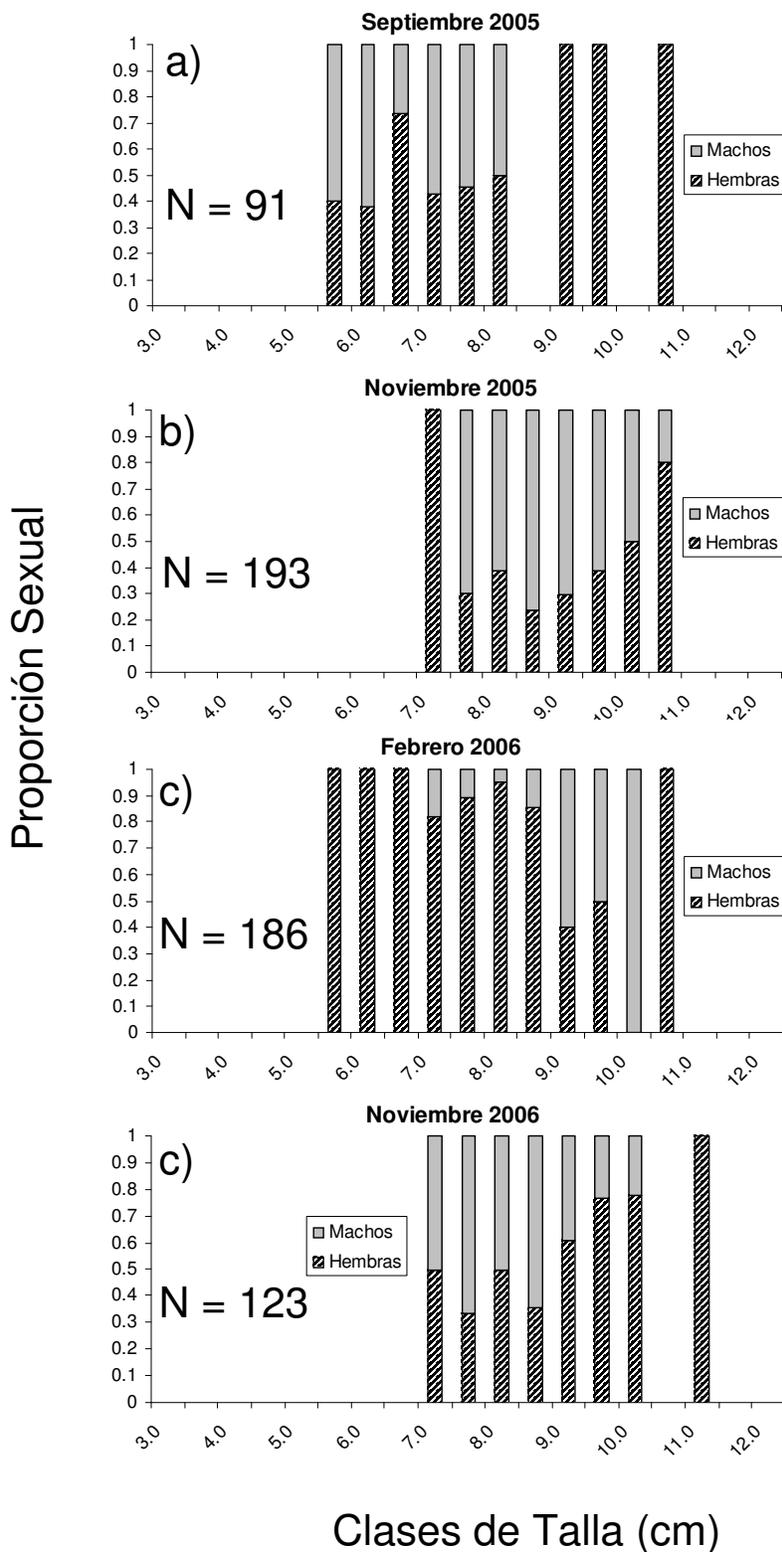


Figura 76. Proporción sexual de bacaladillo por clase de talla en la zona de Talcahuano- San Vicente durante el periodo Julio de 2005 a Noviembre de 2006.

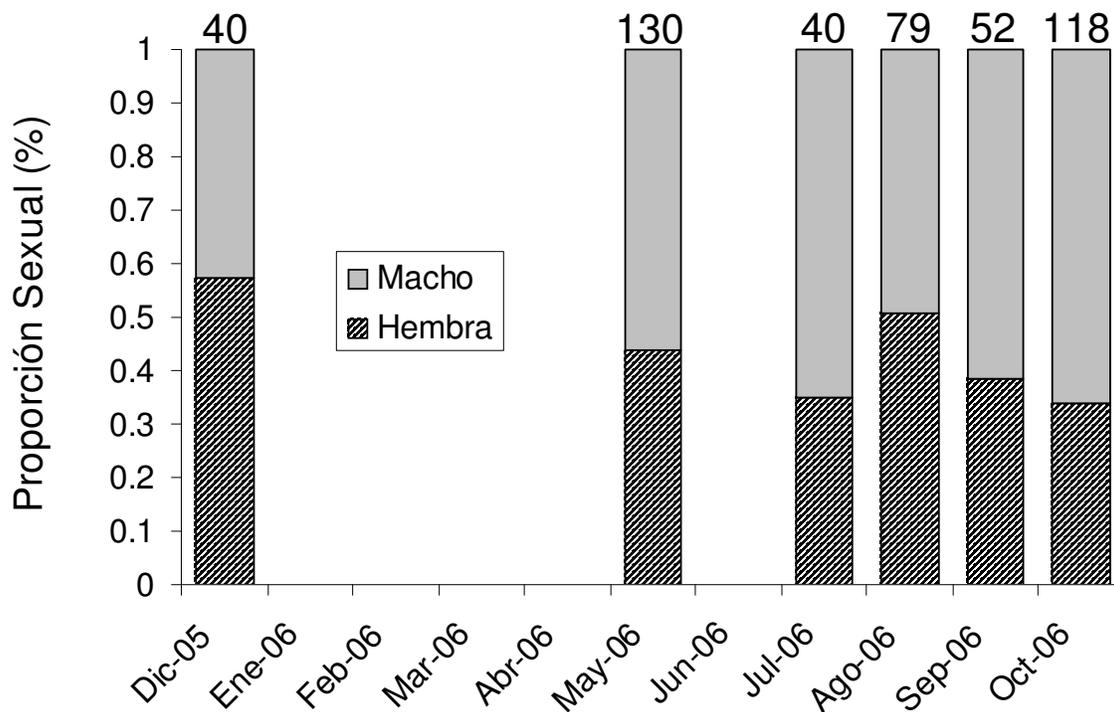


Figura 77. Proporción sexual de machuelo en la zona de Corral durante el periodo Diciembre de 2005 a Octubre 2006. Los tamaños de muestra se indican sobre cada mes.

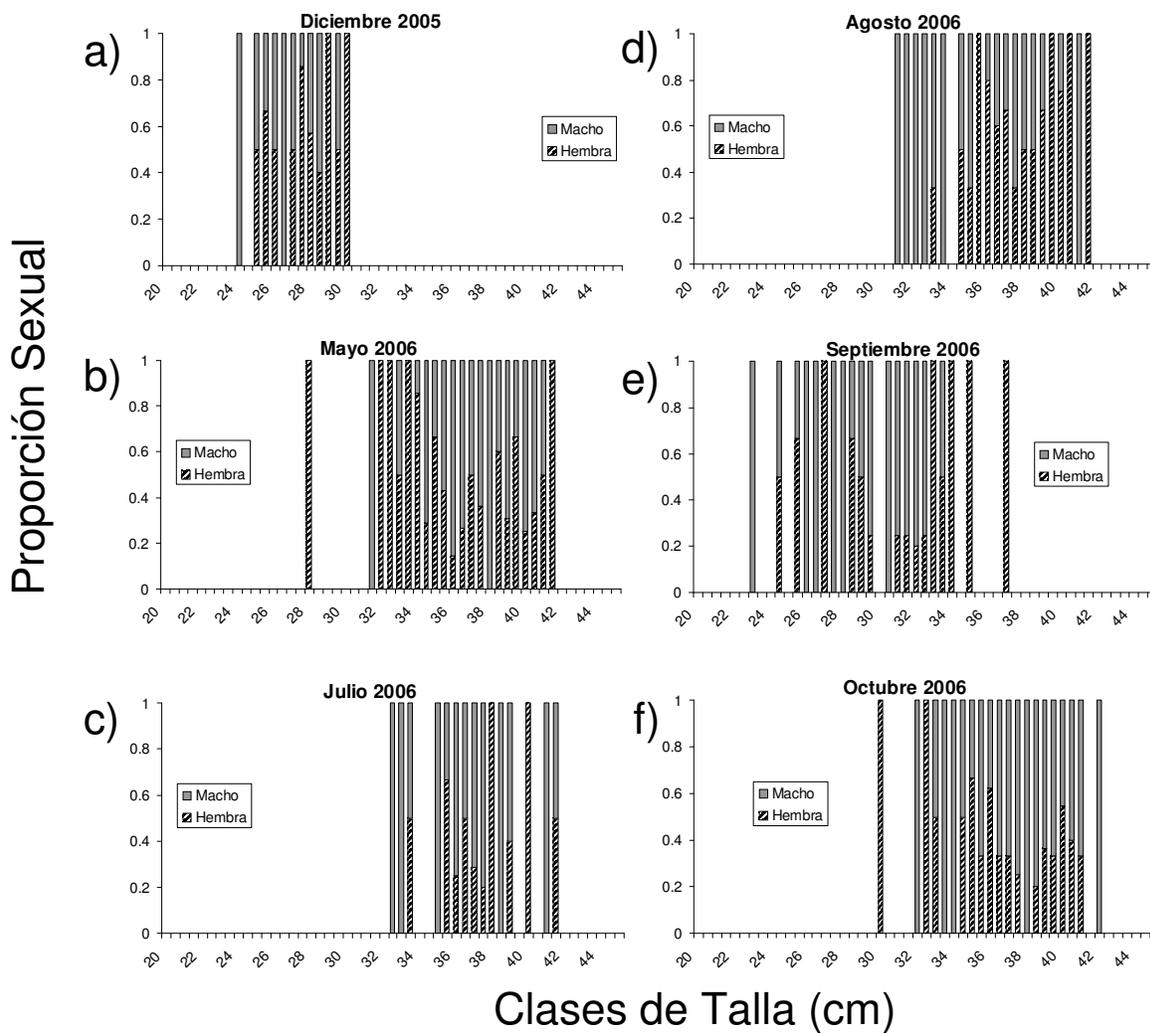


Figura 78. Proporción sexual de machuelo por clase de talla en la zona de Corral durante el periodo Julio de 2005 a Octubre de 2006.

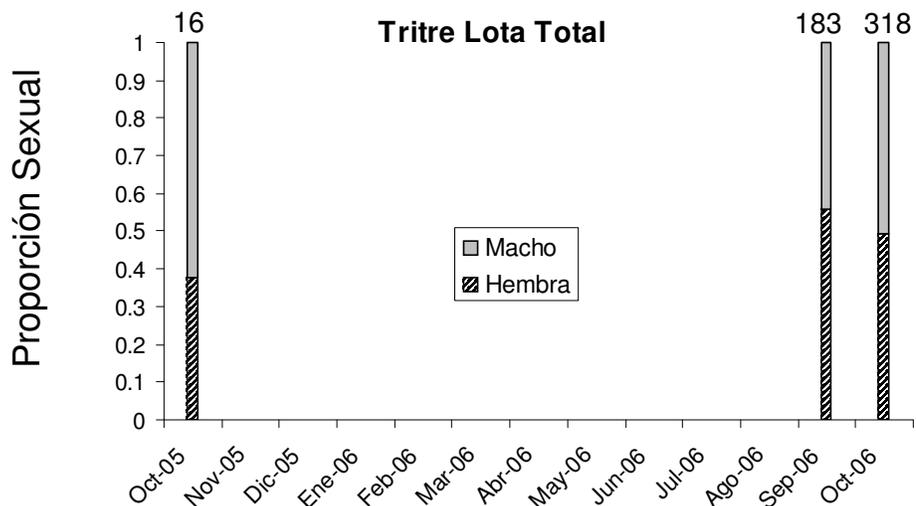


Figura 79. Proporción sexual de machuelo en la zona de Lota-Coronel en Octubre de 2005 y Septiembre y Octubre de 2006. Los tamaños de muestra se indican sobre cada mes.

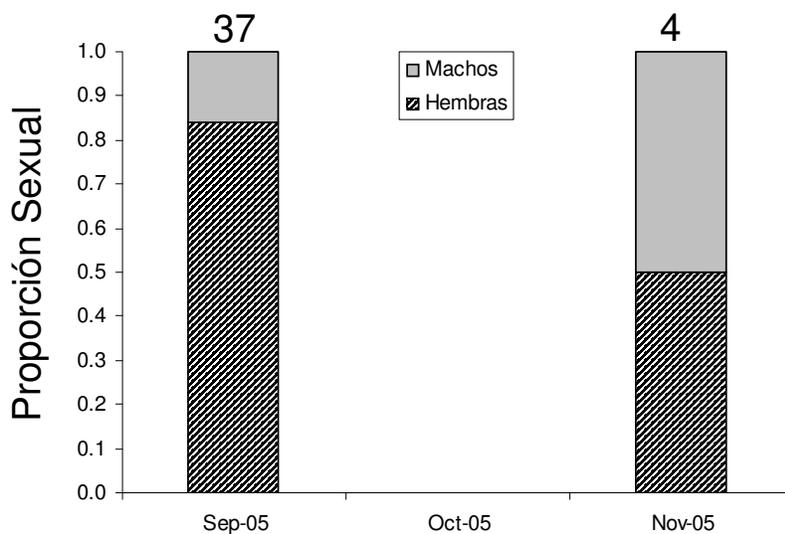


Figura 80. Proporción sexual de machuelo en la zona de Talcahuano-San Vicente en Septiembre y Noviembre de 2006. Los tamaños de muestra se indican sobre cada mes.

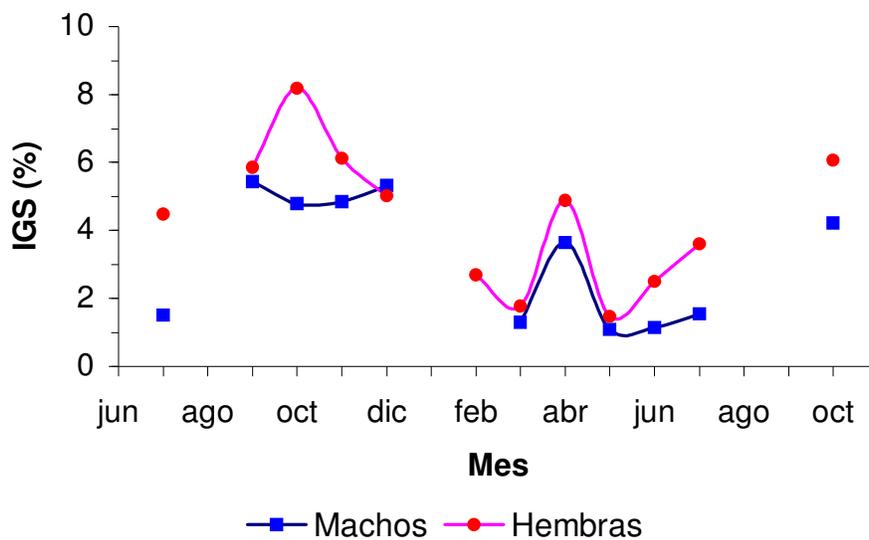


Figura 81. Variación mensual del IGS en machos y hembras de bacaladillo, Julio de 2005 a Octubre de 2006, muestras combinadas de Coronel-Lota y Talcahuano-San Vicente.

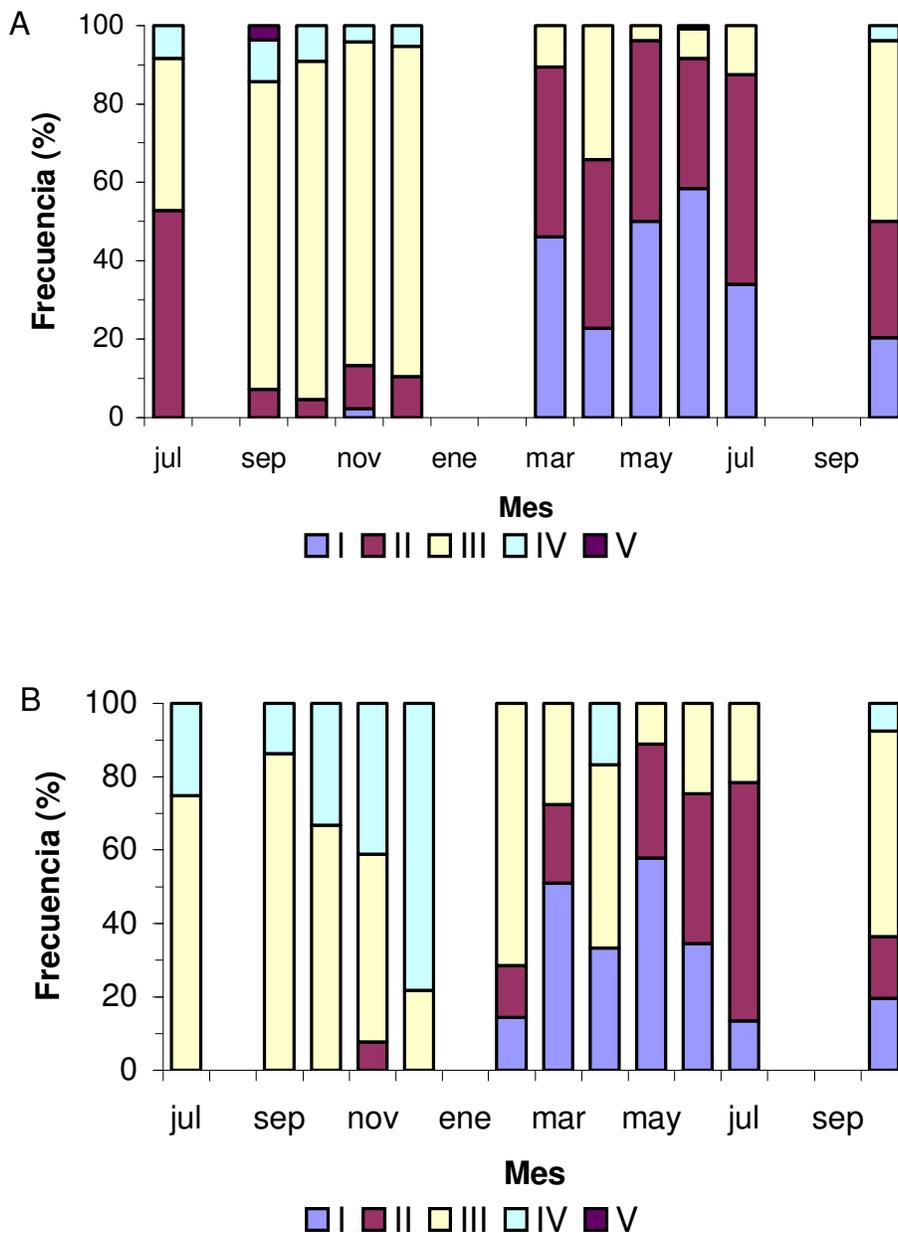


Figura 82. Frecuencia de estadios de madurez macroscópicas en bacaladillo, Julio de 2005 a Octubre de 2006, muestras combinadas de Lota-Coronel y Talcahuano-San Vicente. A: machos, B: hembras.

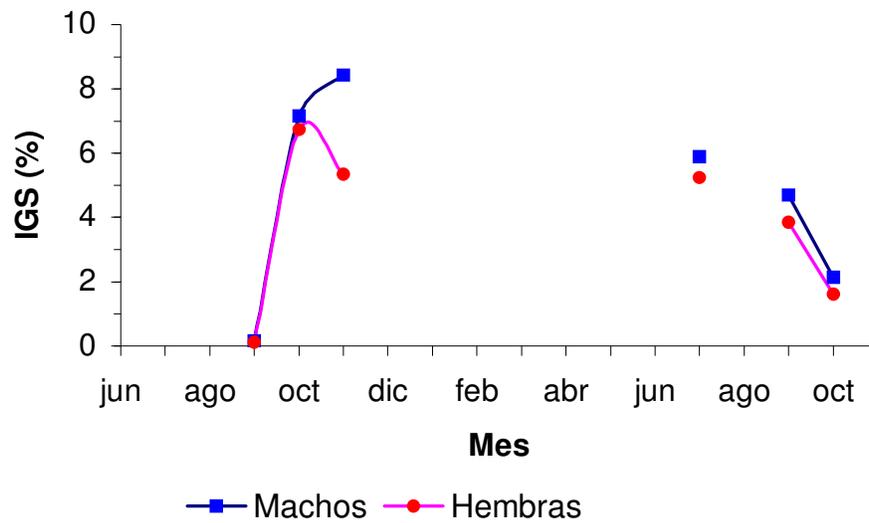


Figura 83. Variación mensual del IGS en machos y hembras de machuelo, Septiembre a Noviembre de 2005 y Julio a Octubre de 2006, muestras combinadas de Coronel-Lota y Talcahuano-San Vicente.

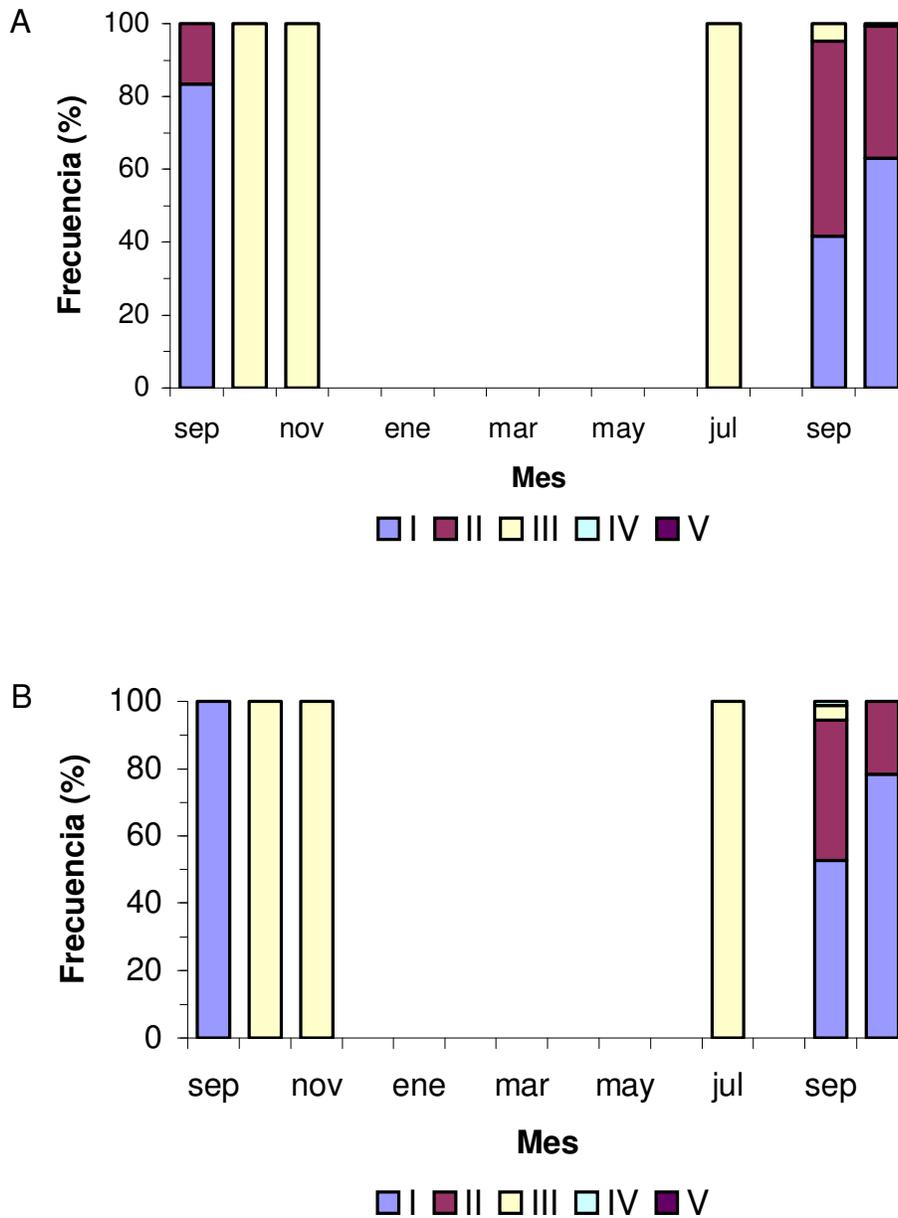


Figura 84. Frecuencia de estadios de madurez macroscópicas en machuelo, Septiembre a Noviembre de 2005 y Julio a Octubre de 2006, muestras combinadas de Lota-Coronel y Talcahuano-San Vicente. A: machos, B: hembras.

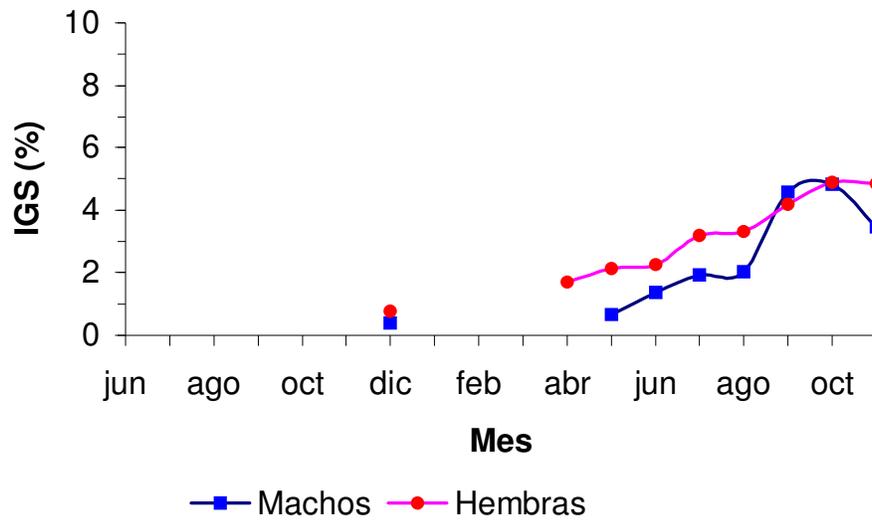


Figura 85. Variación mensual del IGS en machos y hembras de machuelo, Diciembre de 2005 y desde Abril a Noviembre de 2006, muestras combinadas de Valdivia-Corral.

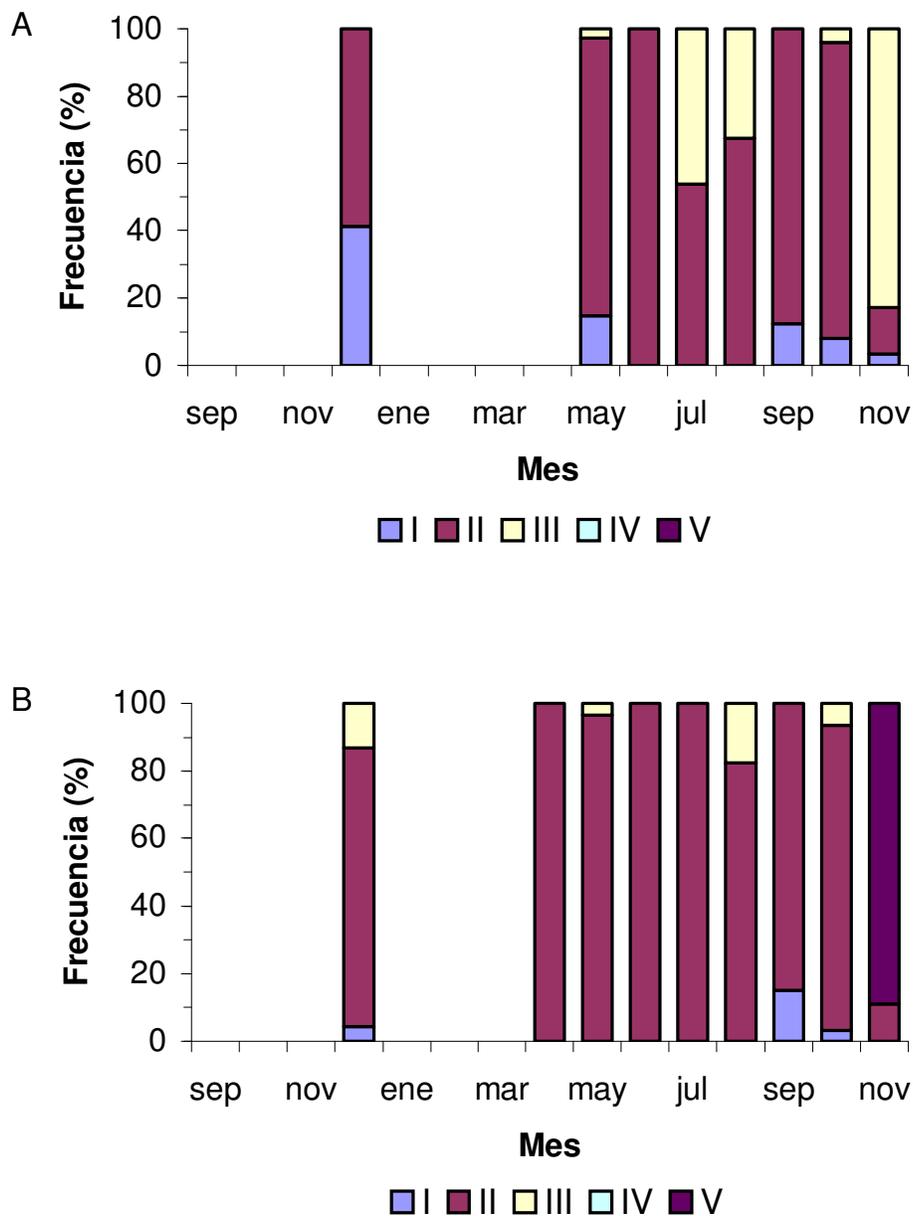


Figura 86. Frecuencia de estadios de madurez macroscópicas en machuelo, Diciembre de 2005 y desde Abril a Noviembre de 2006, muestras combinadas de Valdivia-Corral. A: machos, B: hembras.

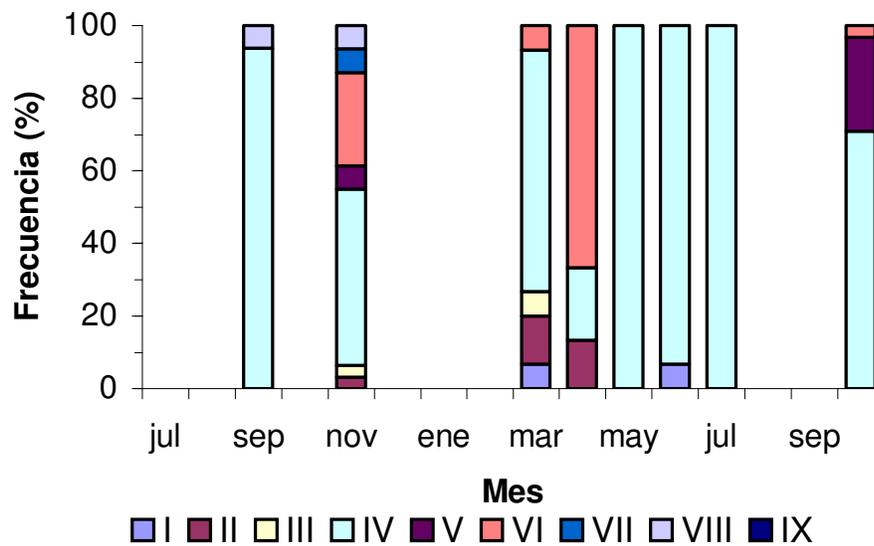


Figura 87. Frecuencia de estadíos de madurez microscópica en hembras de bacaladillo, Septiembre de 2005 a Octubre de 2006, muestras combinadas de Lota-Coronel y Talcahuano-San Vicente.

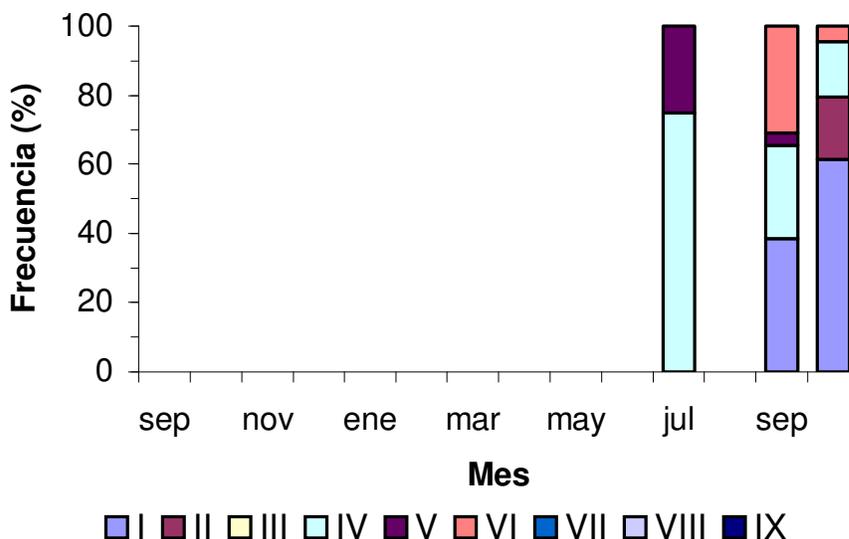


Figura 88. Frecuencia de estadios de madurez microscópica en hembras de machuelo, Julio a Octubre de 2006, muestras combinadas de Lota-Coronel y Talcahuano-San Vicente.

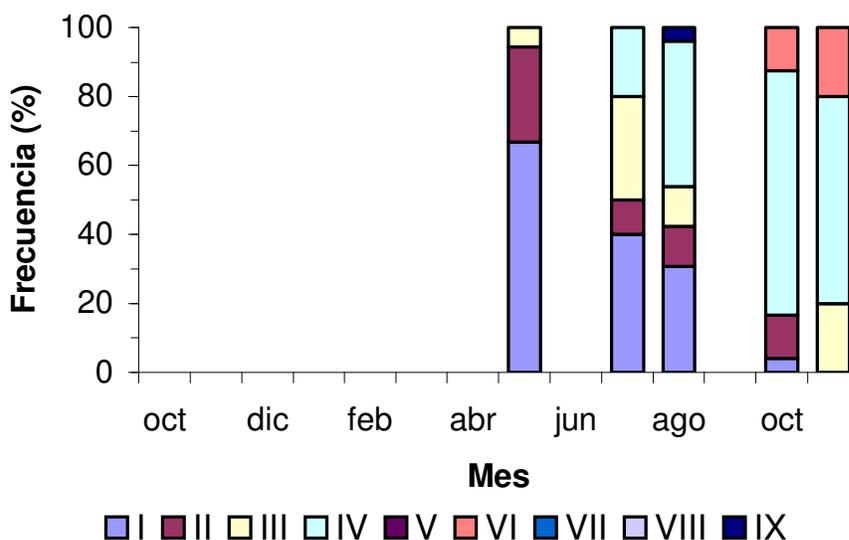


Figura 89. Frecuencia de estadios de madurez microscópica en hembras de machuelo, Mayo a Noviembre de 2006, muestras combinadas de Valdivia-Corral.

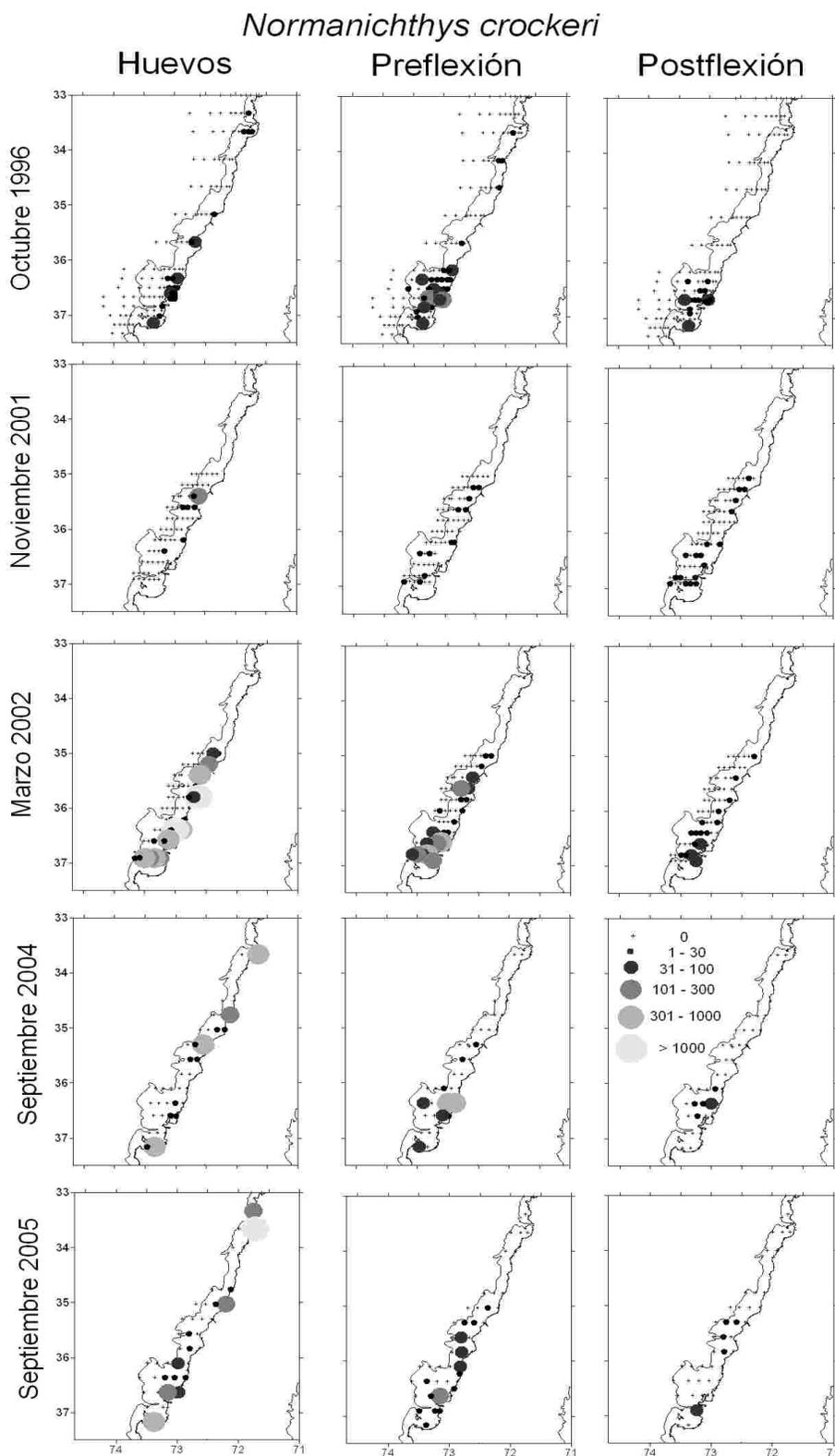


Figura 90. Distribución horizontal de huevos y larvas de bacaladillo *N. crockeri* frente a Chile central entre los 33°S y 37°30'S durante 1996-2005. Abundancia en individuos x 10 m⁻².

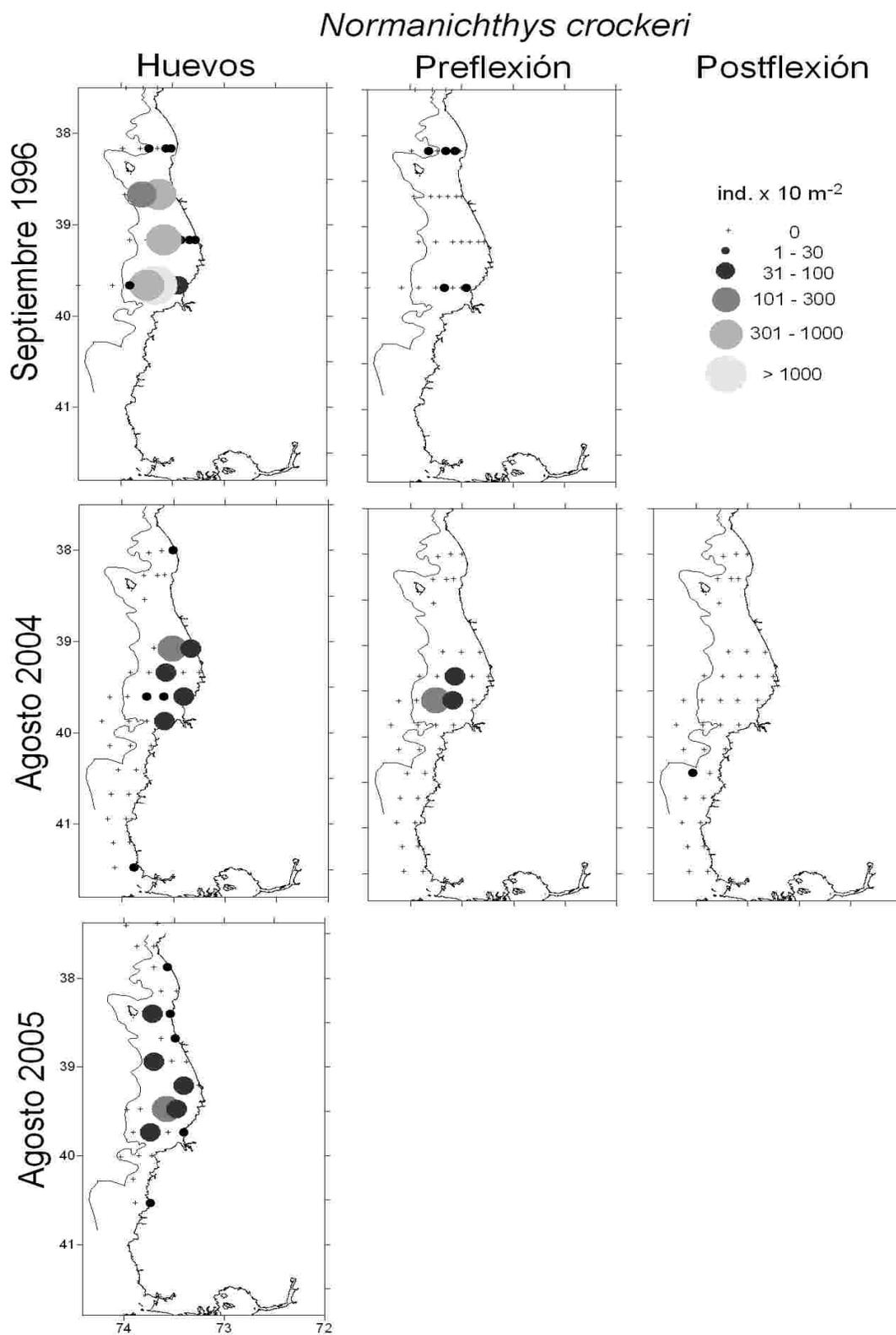


Figura 91. Distribución horizontal de huevos y larvas de bacaladillo *N. crockeri* frente a Chile central entre los 37°30'S y 41°30'S durante 1996-2005. Abundancia en individuos x 10 m⁻².

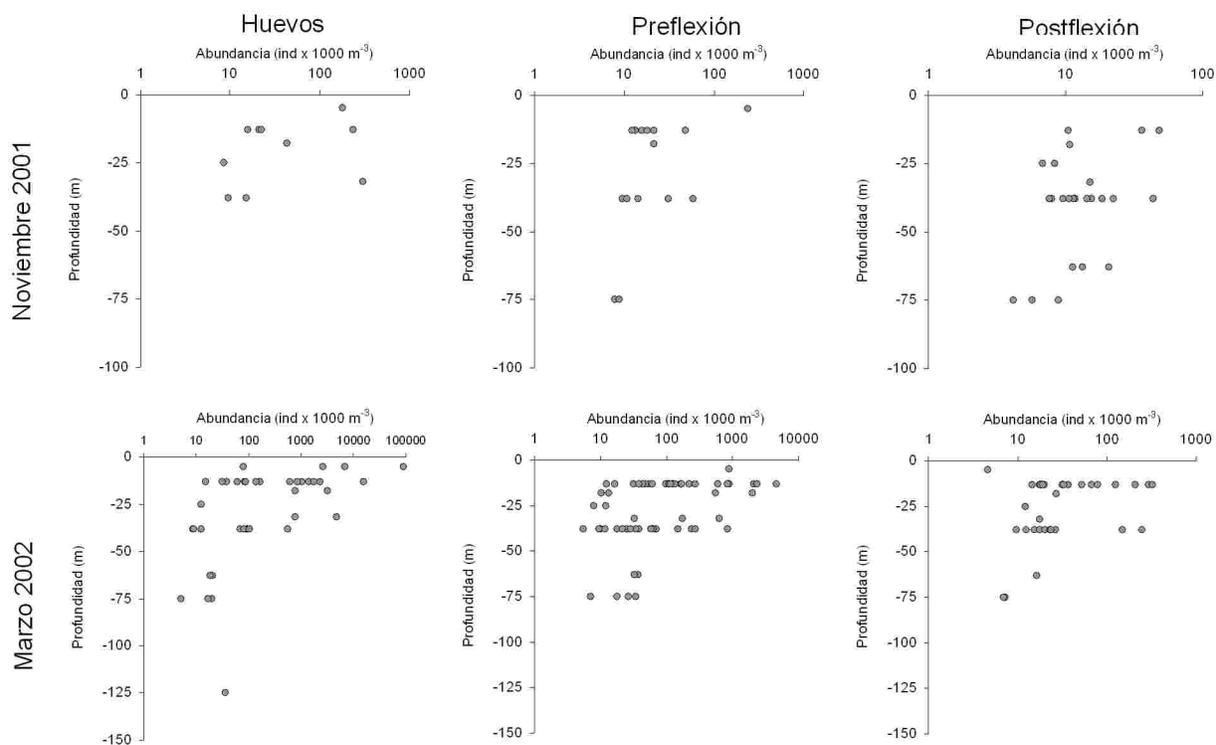


Figura 92. Distribución vertical de huevos y larvas de bacaladillo *N. crockeri* durante Noviembre de 2001 y Marzo de 2002. Profundidad (m) estimada como valor medio del estrato muestreado. Abundancia en individuos x 1000 m⁻³. Note que la abundancia está en escala logarítmica.

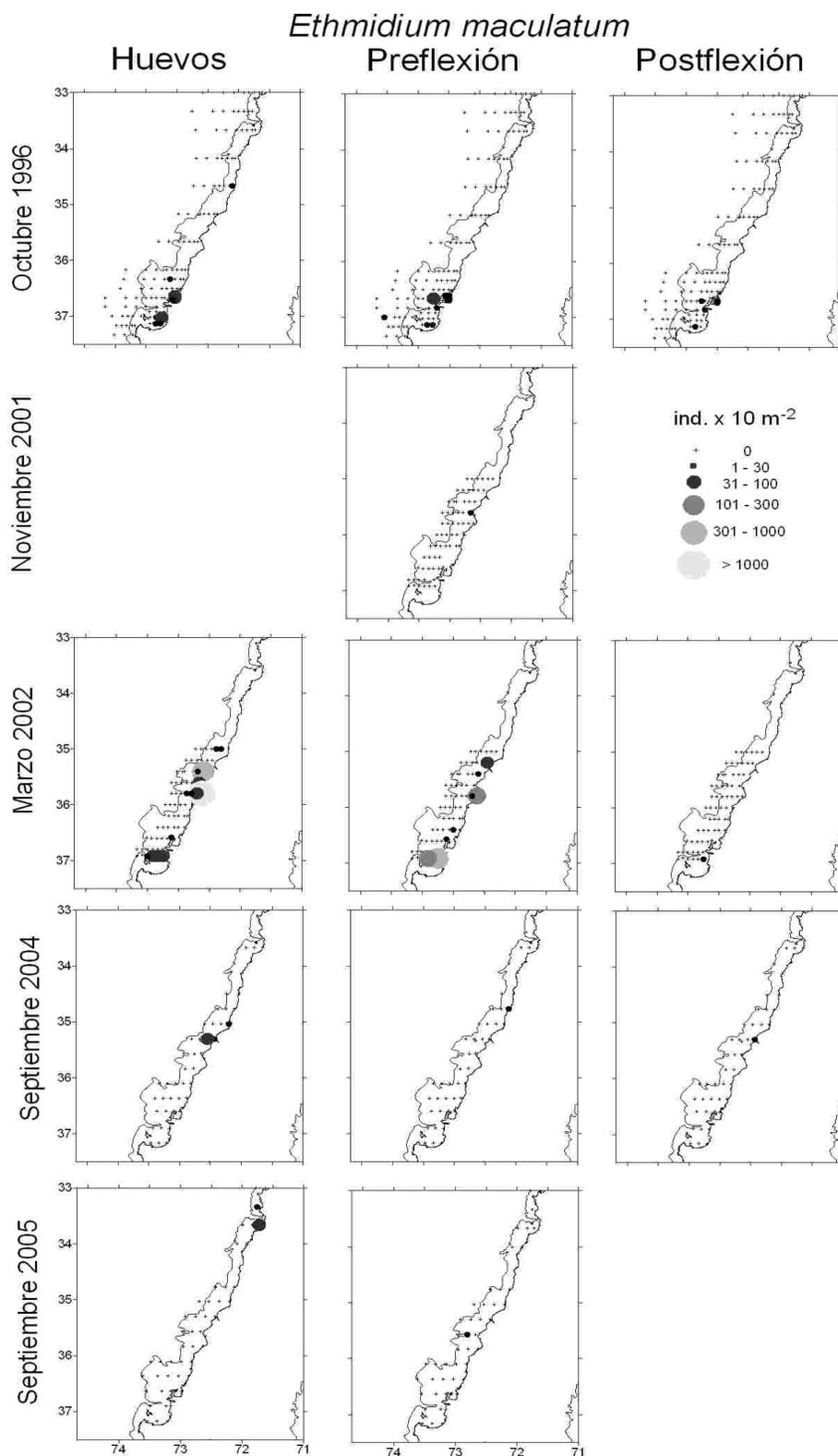


Figura 93. Distribución horizontal de huevos y larvas de machuelo *E. maculatum* frente a Chile central entre los 33°S y 37°30'S durante 1996-2005. Abundancia en individuos x 10⁻².

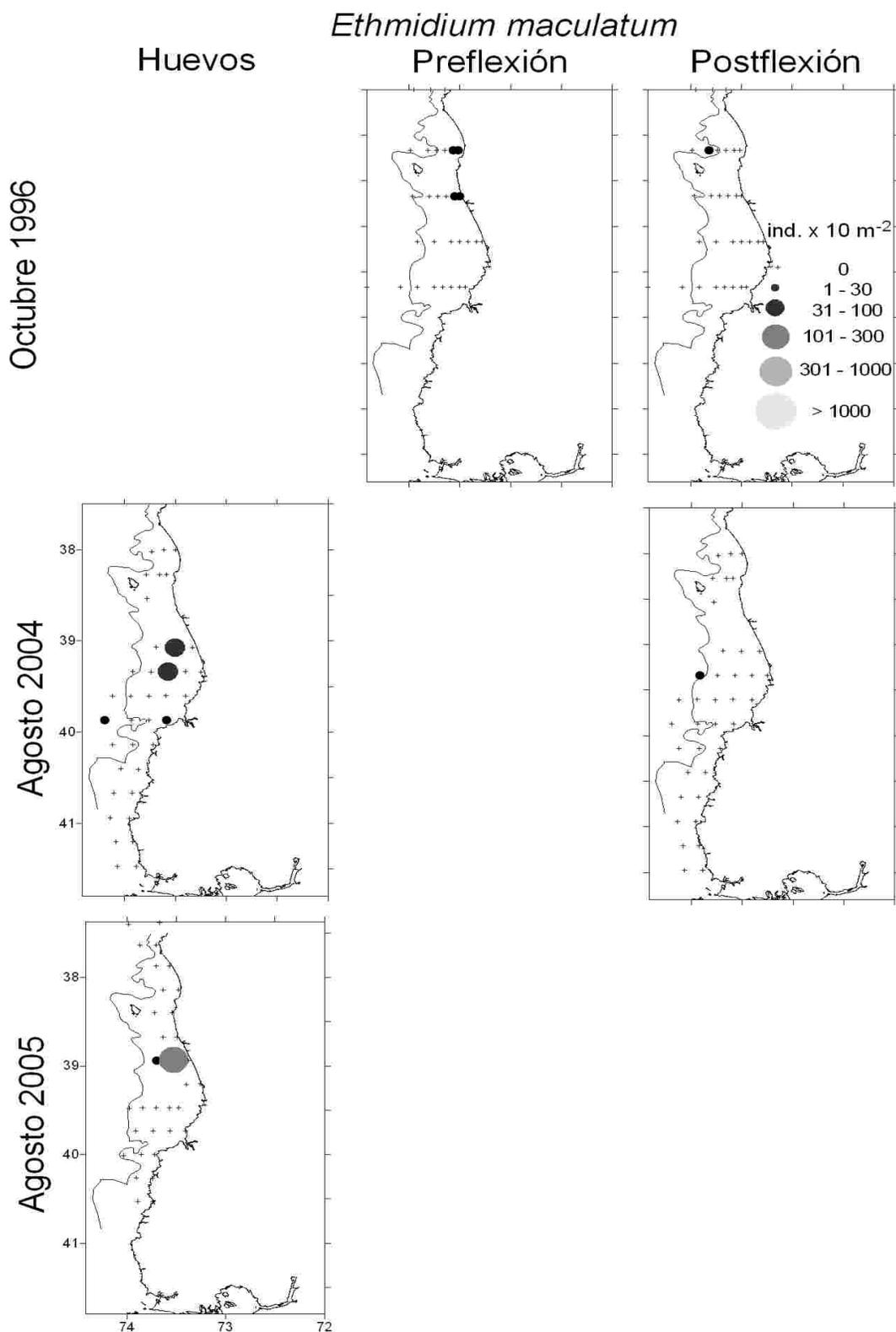


Figura 94. Distribución horizontal de huevos y larvas de machuelo *E. maculatum* frente a Chile central entre los 37°30'S y 41°30'S durante 1996-2005. Abundancia en individuos x 10 m⁻².

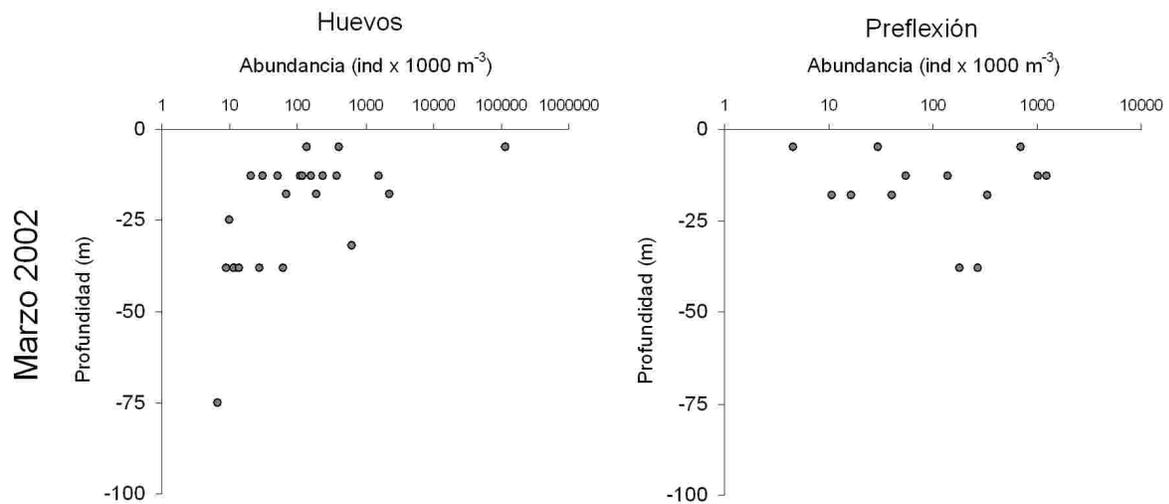


Figura 95. Distribución vertical de huevos y larvas de machuelo *E. maculatum* durante Marzo de 2002. Profundidad (m) estimada como valor medio del estrato muestreado. Abundancia en individuos x 1000 m⁻³. Note que la abundancia está en escala logarítmica.

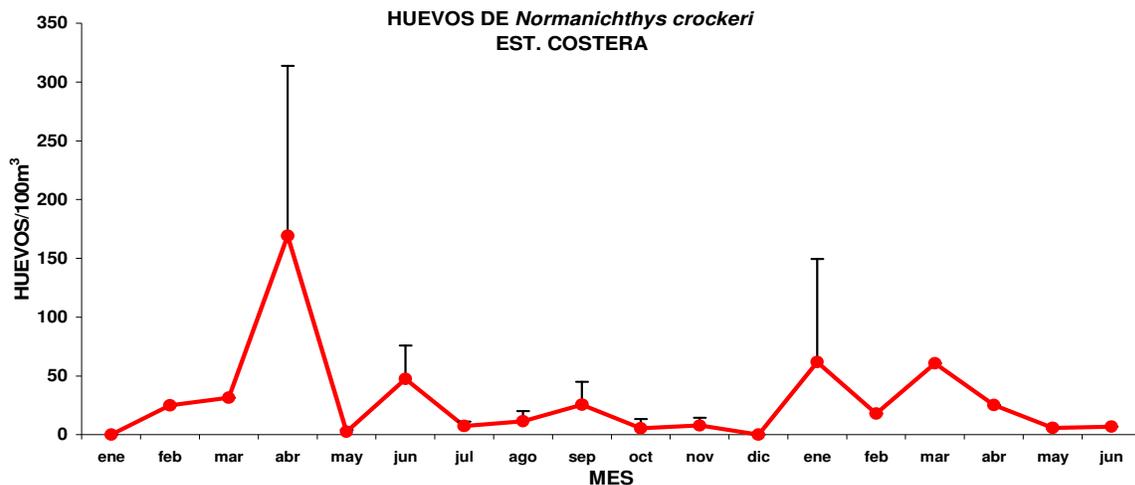


Figura 96. Abundancia ($N/100m^3$) de huevos de *N. crockeri* en la zona costera frente a la VIII Región, Enero 2005-Junio 2006; proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819. Líneas verticales son desviación estándar.

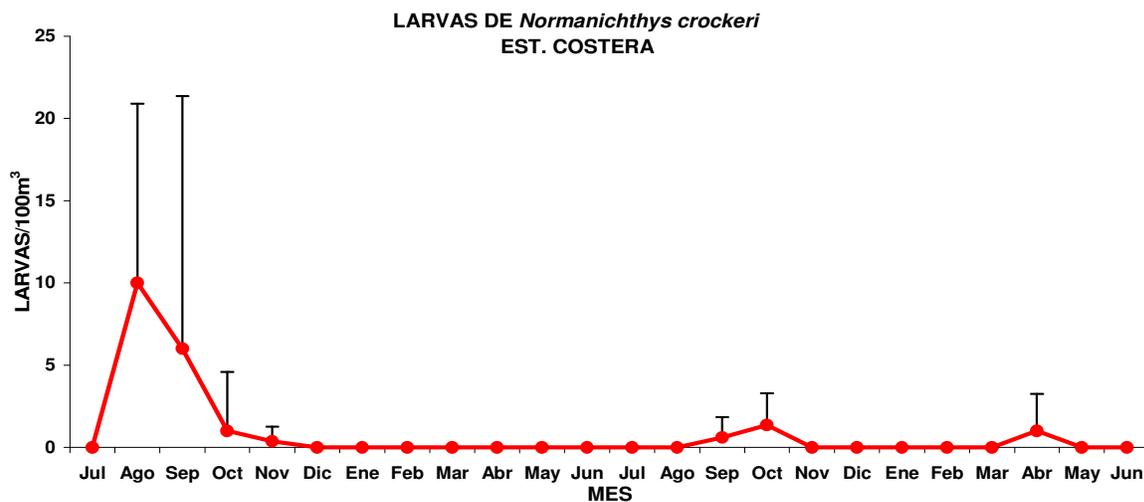


Figura 97. Abundancia ($N/100m^3$) de larvas de *N. crockeri* en las estaciones de la zona costera frente a la VIII Región, Julio 2004 - Junio 2006; proyectos FIP 2005-02 y FONDECYT 1030819. Líneas verticales son desviación estándar.

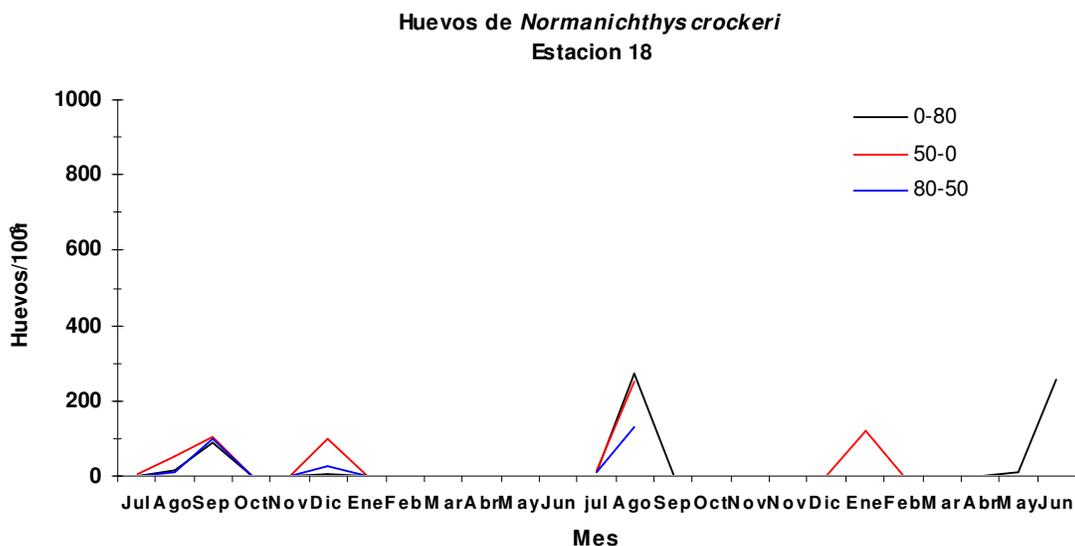


Figura 98. Abundancia (N/100m³) de huevos de *N. crockeri* en la estación ubicada a 18 mn de l costa frente a la VIII Región, Julio 2004 - Junio 2006; proyectos FIP 2004-20 y FIP 2005-01 (Monitoreos VIII Región).

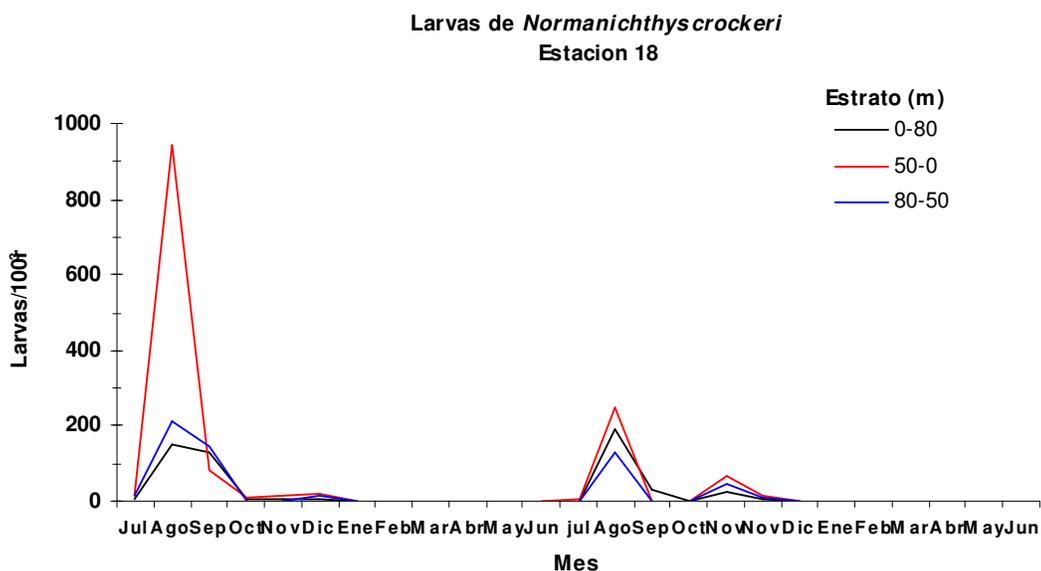


Figura 99. Abundancia (N/100m³) de larvas de *N. crockeri* en la estación ubicada a 18 mn de l costa frente a la VIII Región, Julio 2004 - Junio 2006; proyectos FIP 2004-20 y FIP 2005-01 (Monitoreos VIII Región).

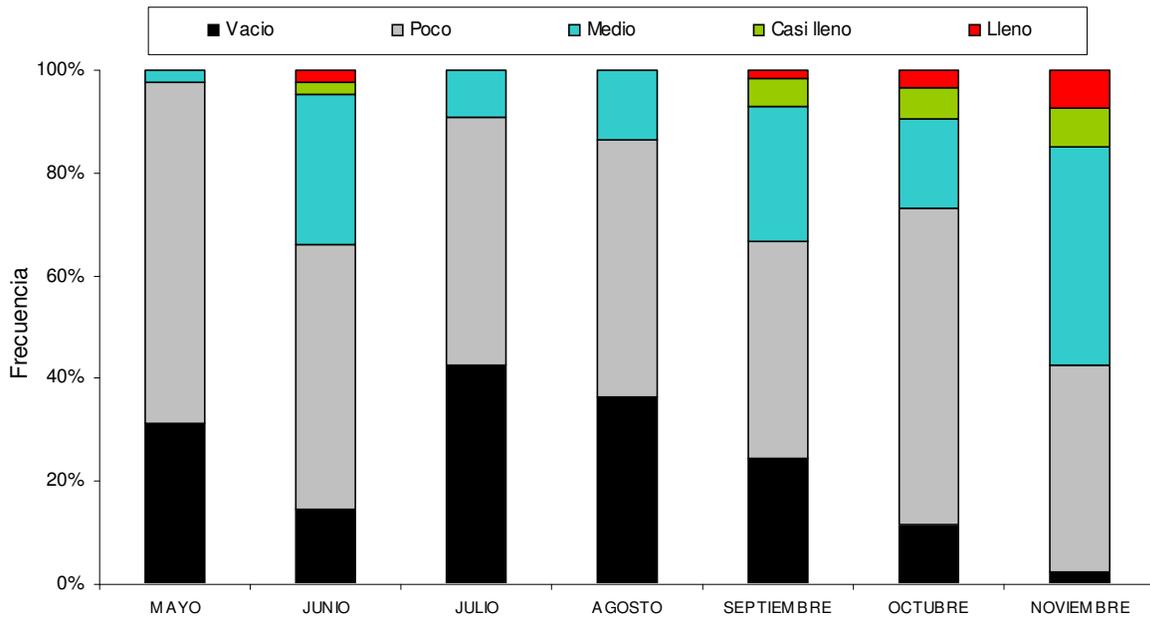


Figura 100. Escala de llenado de los estómagos de machuelo (*E. maculatum*), para todo el periodo y área de estudio. (n = 708).

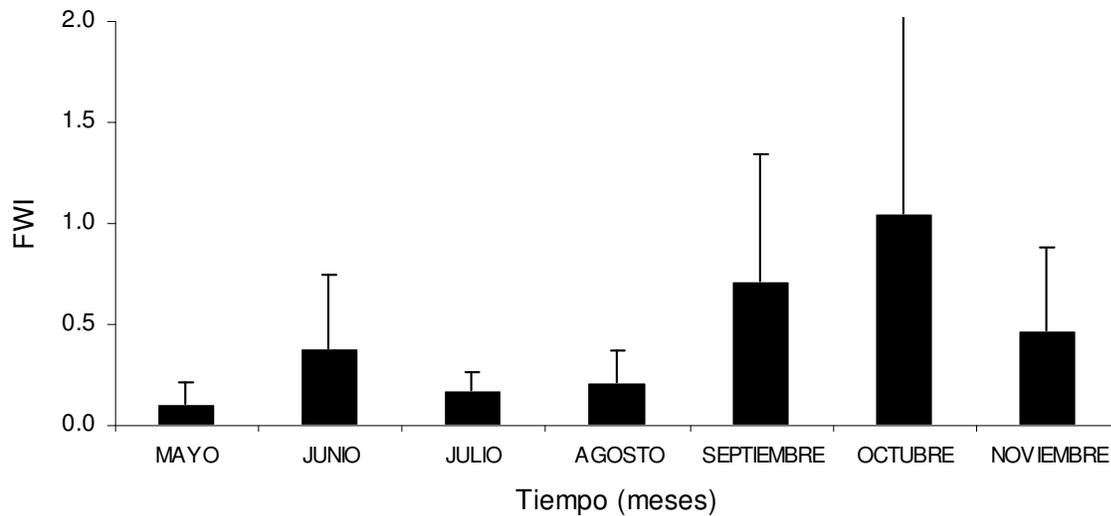


Figura 101. Índice de llenado en peso de los estómagos de machuelo (*E. maculatum*) por mes. (n = 558).

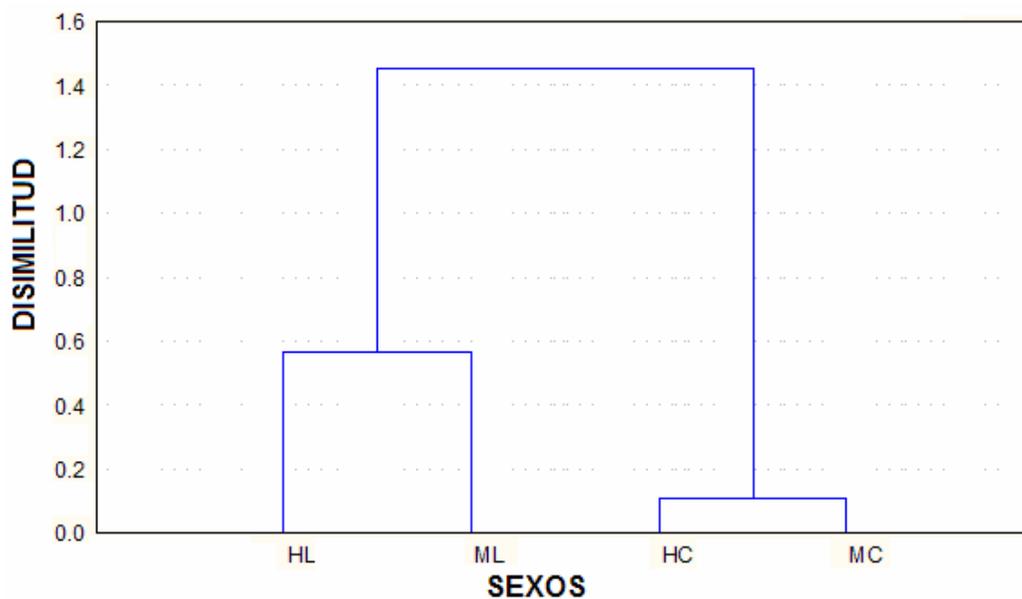


Figura 102. Conglomerado de similitud dietaria entre sexos para machuelo evaluados intra e inter localidad, basado en el Índice de importancia numérica (IIN%). (HL) = Hembras Lota, (ML) = Machos Lota; (HC) = Hembras Corral, (MC) = Machos Corral. (n = 695).

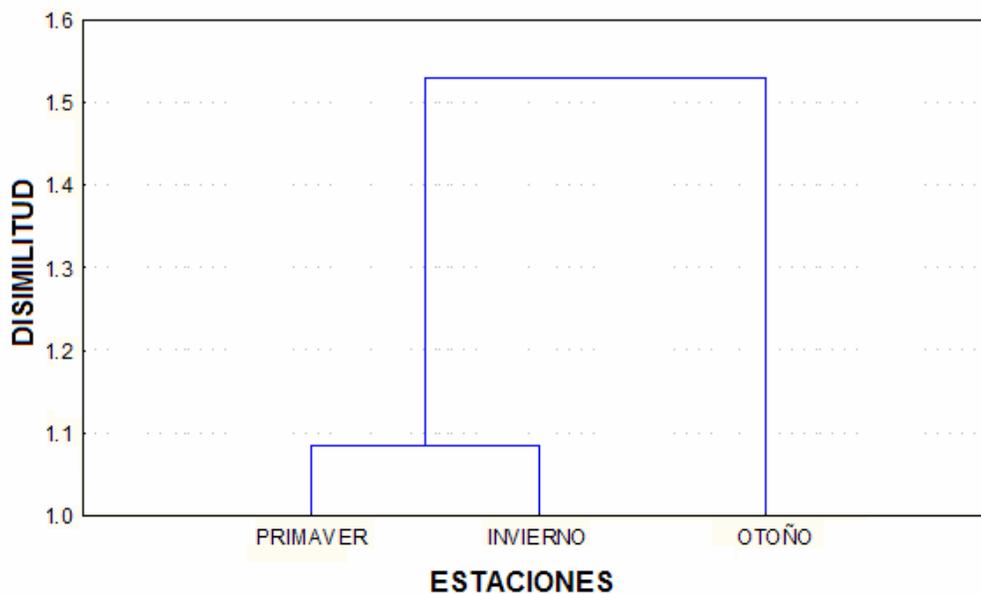


Figura 103. Conglomerado de la similitud dietaria para el machuelo entre estaciones para la localidad de Corral, basado en el Índice de importancia numérica (IIN%). (n = 428)

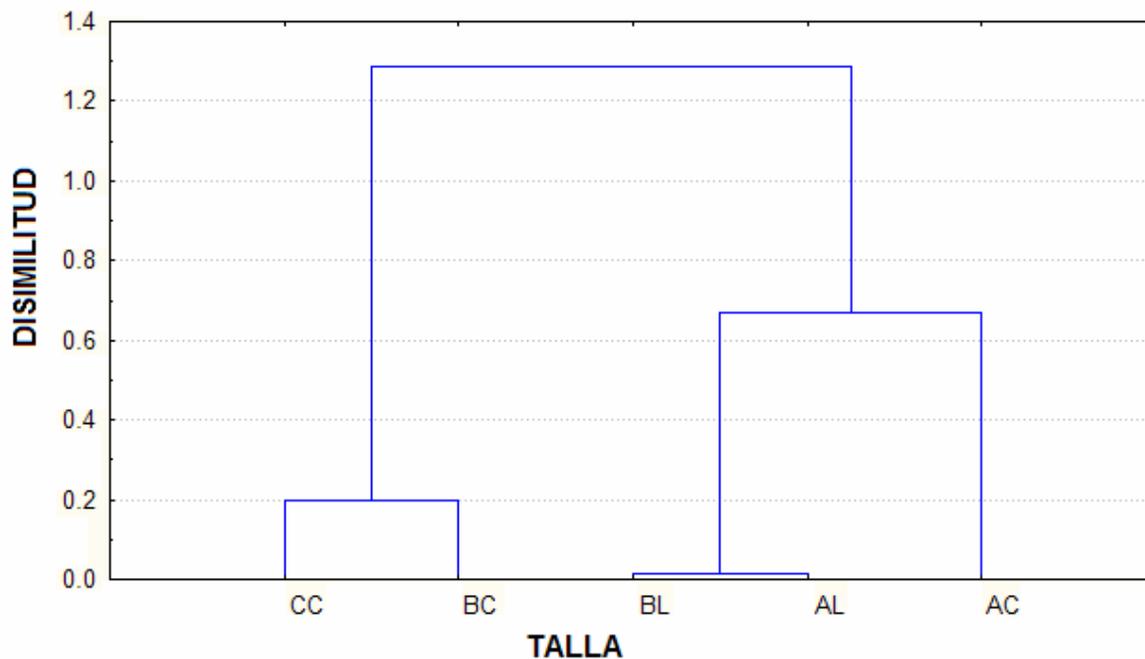


Figura 104. Conglomerado de la similitud dietaria por intervalo de talla de machuelo evaluados a nivel intra e interlocalidad estaciones, basado en el Índice de importancia numérica (IIN%). (AC)= <28 cm LT Corral; (BC)= 28-38 cm LT Corral; (CC)= >38 cm LT Corral; (AL)= <28 cm LT Lota; (BL)= 28-38 cm Lt Lota. (n = 708)

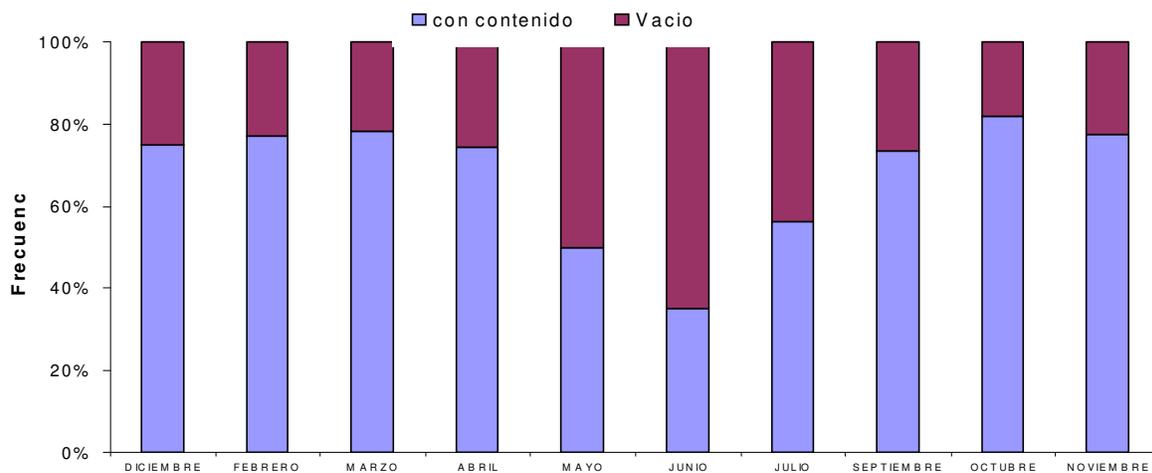


Figura 105. Escala de llenado de los estómagos de bacaladillo (*N. crockeri*), para todo el periodo y área de estudio. (n = 1.141).

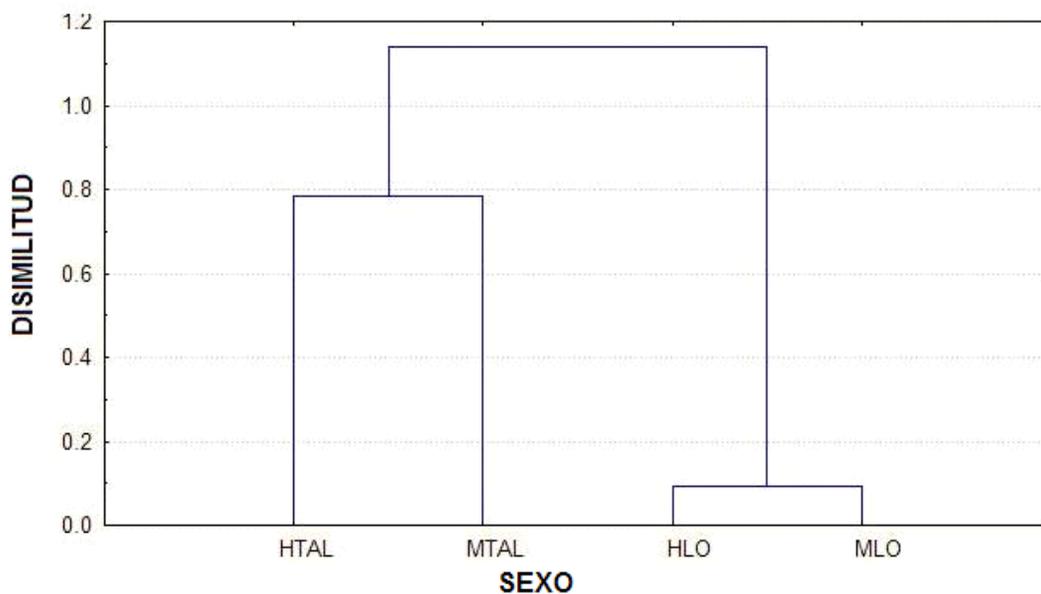


Figura 106. Conglomerado de similitud dietaria entre sexos para bacaladillo evaluados intra e inter localidad, basado en el Índice de importancia numérica (IIN%). (HLO) = Hembras Lota, (MLO) = Machos Lota; (HTAL) = Hembras Talcahuano, (MTAL) = Machos Talcahuano. (n = 745).

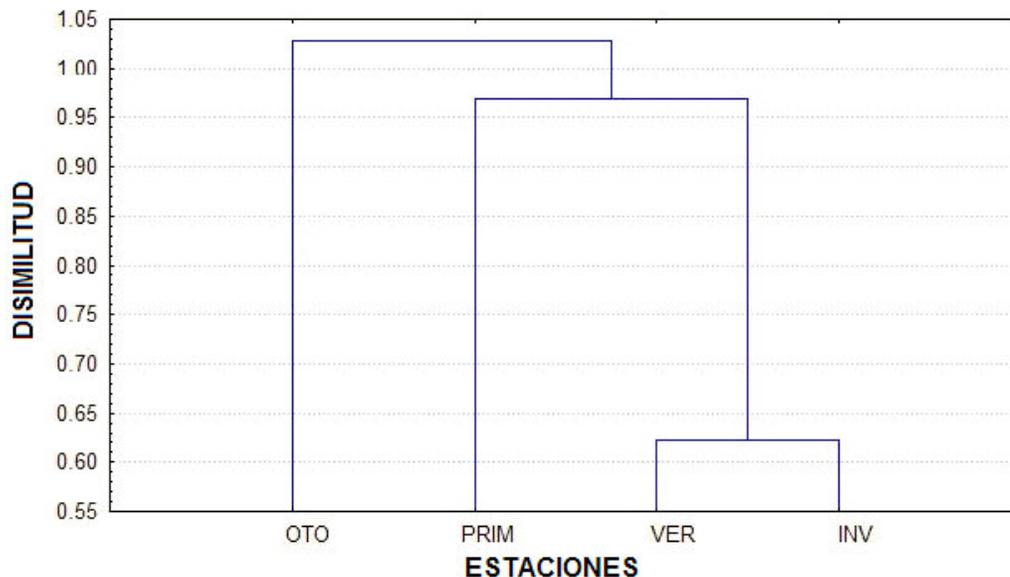


Figura 107. Conglomerado de la similitud dietaria para el bacaladillo evaluada entre estaciones, basado en el Índice de importancia numérica (IIN%). (n = 831)

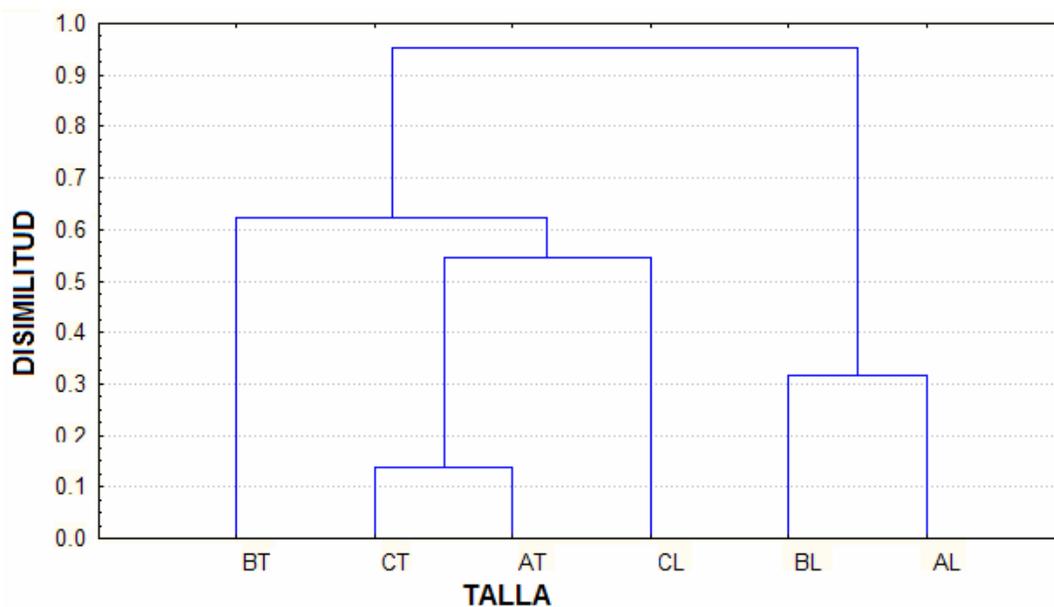


Figura 108. Conglomerado de la similitud dietaria entre individuos de bacaladillo por intervalo de talla, evaluados a nivel intra e interlocalidad estaciones, basado en el Índice de importancia numérica (IIN%). (AL)= <7 cm LT Lota; (BL)= 7-9 cm LT Lota; (CL)= >9 cm Lt Lota; (AT)= <7 cm LT Talcahuano; (BT)= 7-9 cm LT Talcahuano; (CT)= >9 cm LT Talcahuano. (n = 831).

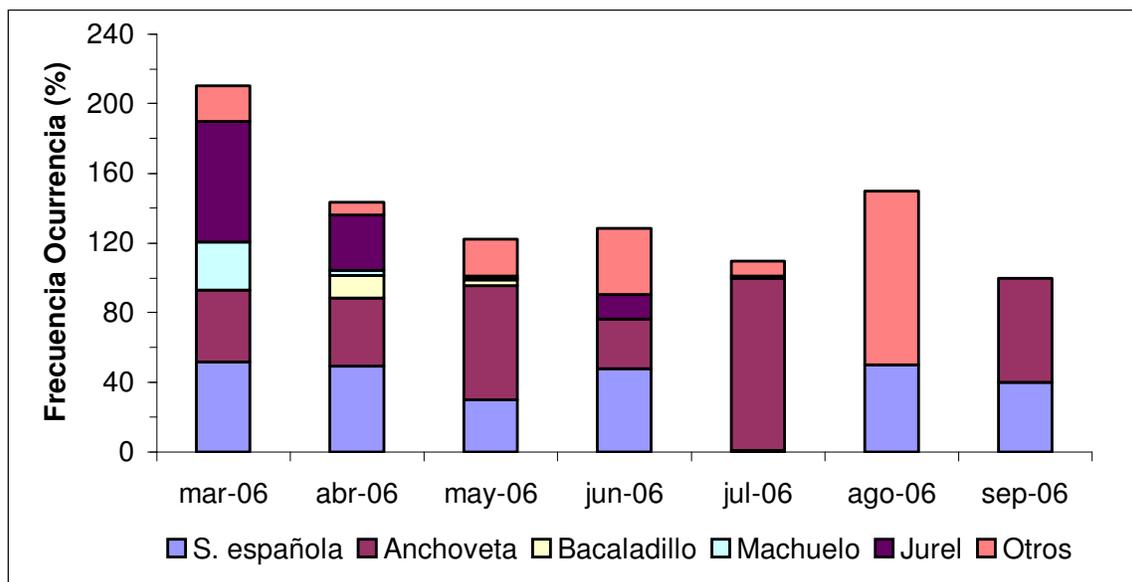


Figura 109. Frecuencia de ocurrencia de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en San Antonio.

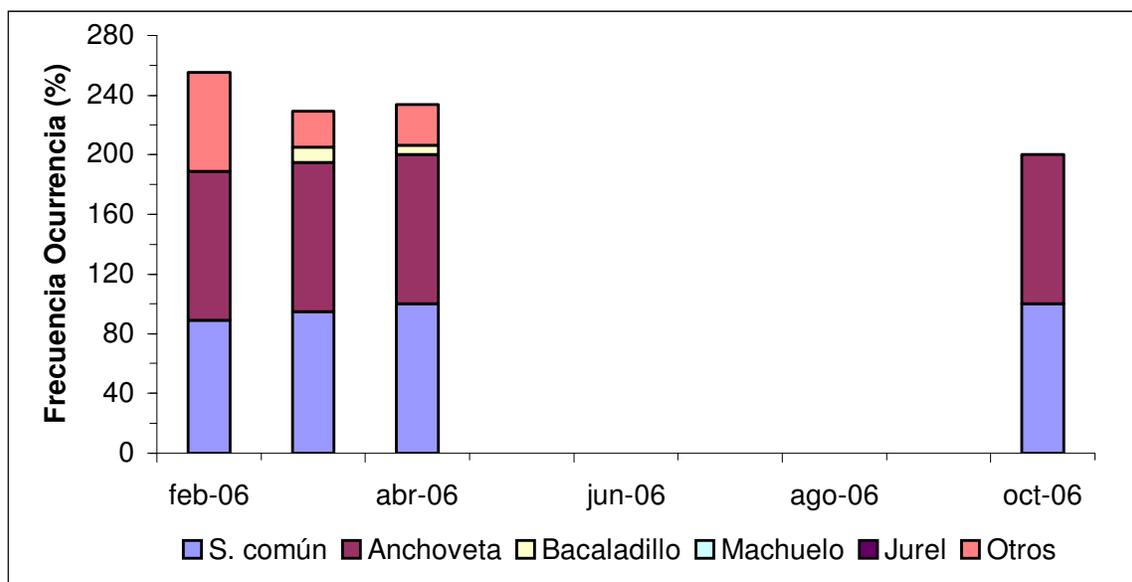


Figura 110. Frecuencia de ocurrencia de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Talcahuano-San Vicente.

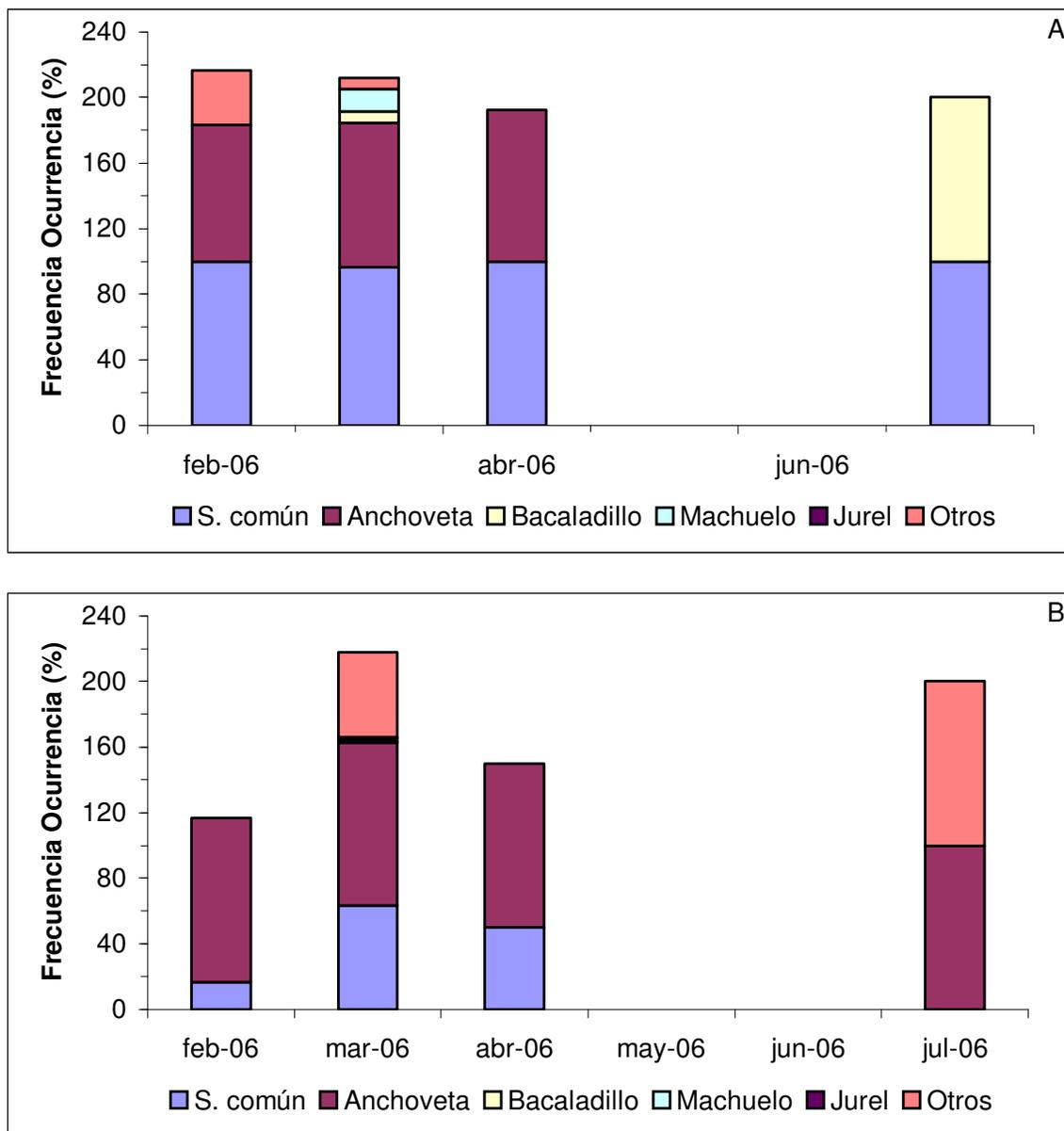


Figura 111. Frecuencia de ocurrencia de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Coronel. A: encuestas desembarque; B: encuestas a bordo.

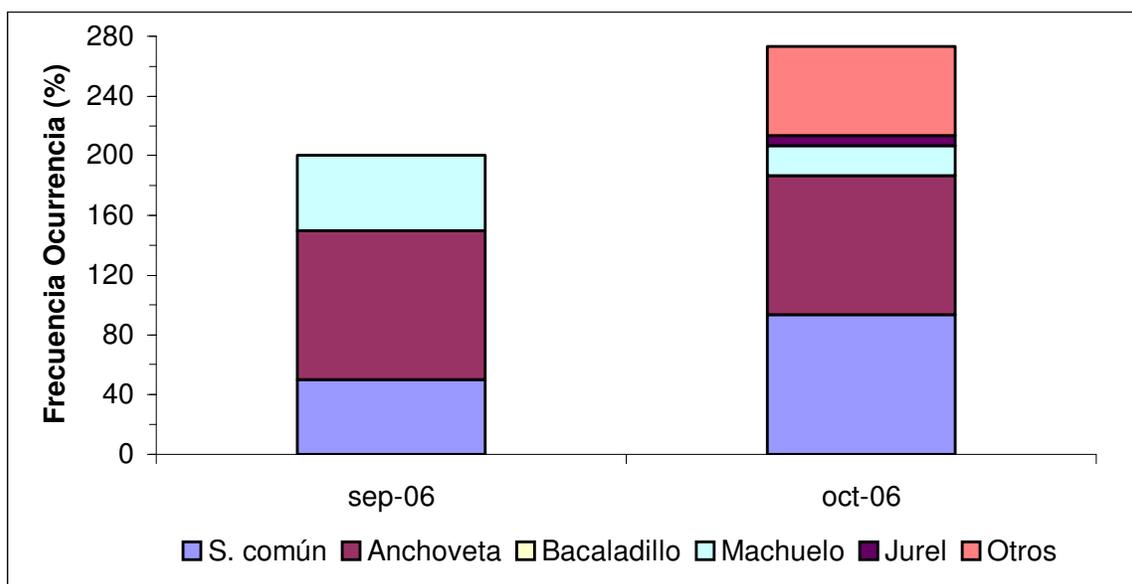


Figura 112. Frecuencia de ocurrencia de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Lota.

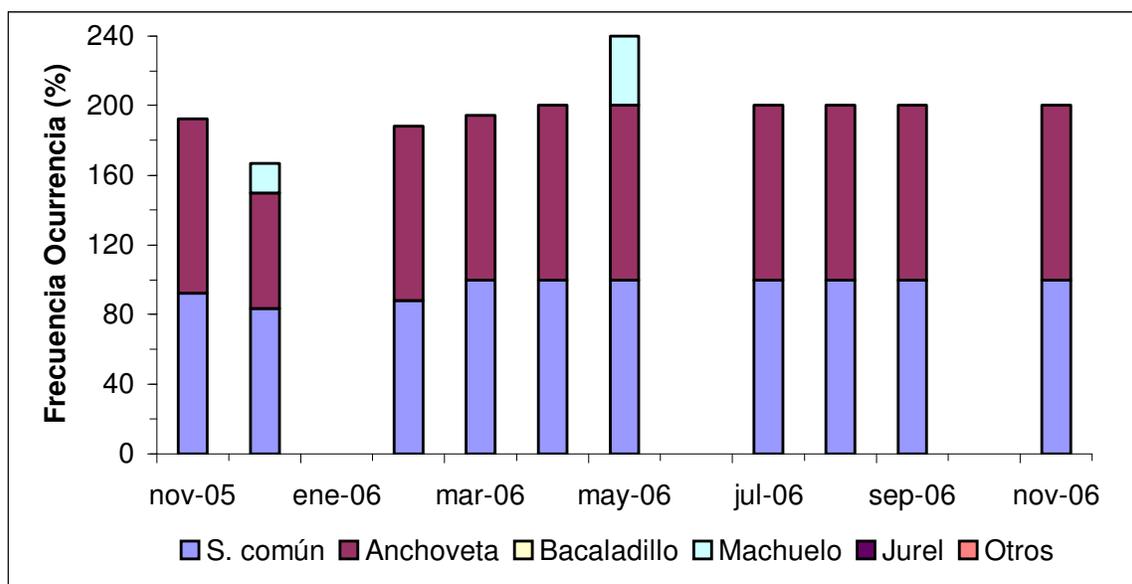


Figura 113. Frecuencia de ocurrencia de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Valdivia-Corral.

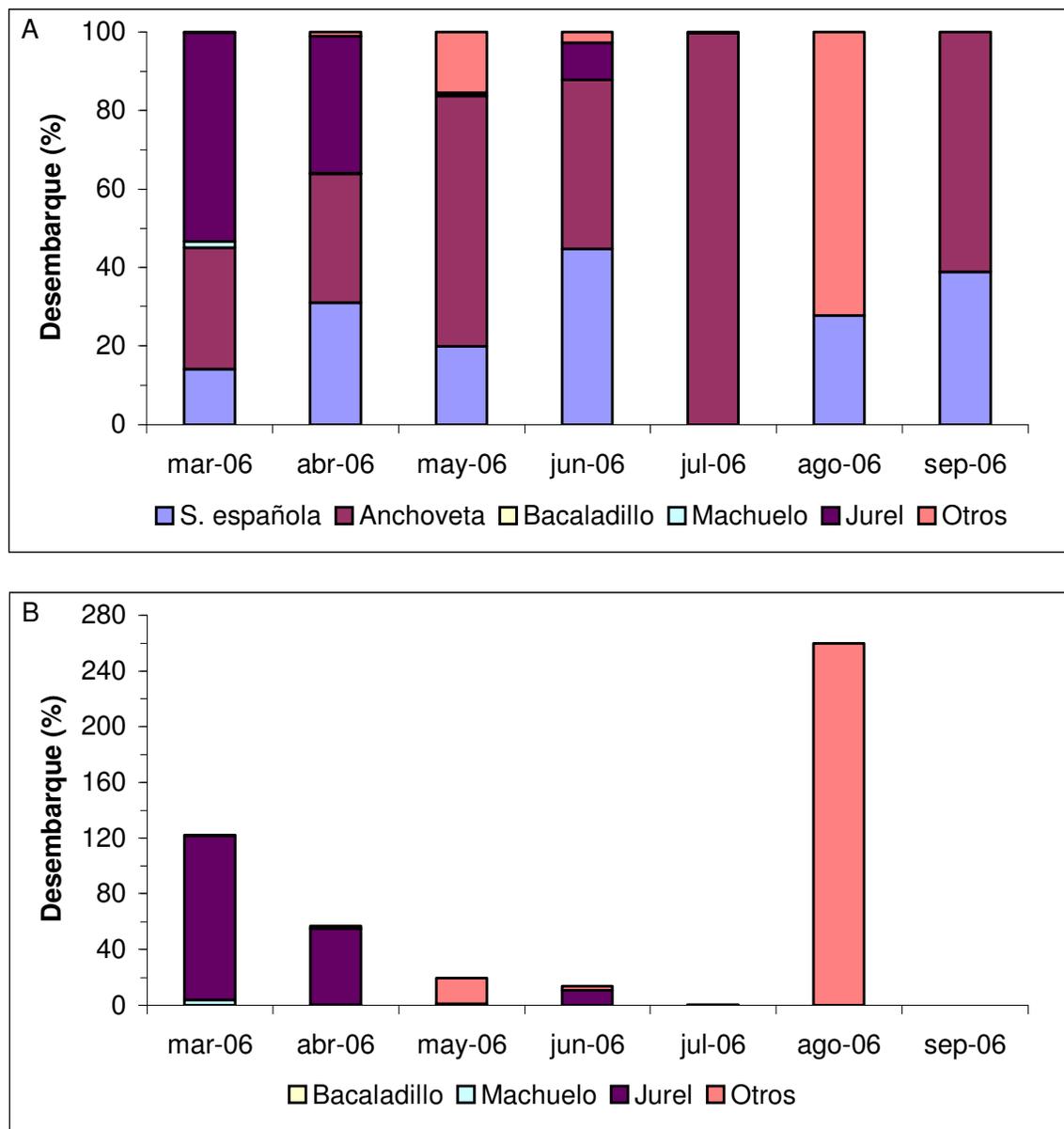


Figura 114. Porcentaje en peso de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en San Antonio, respecto del desembarque total (A) y de las especies objetivo (B).

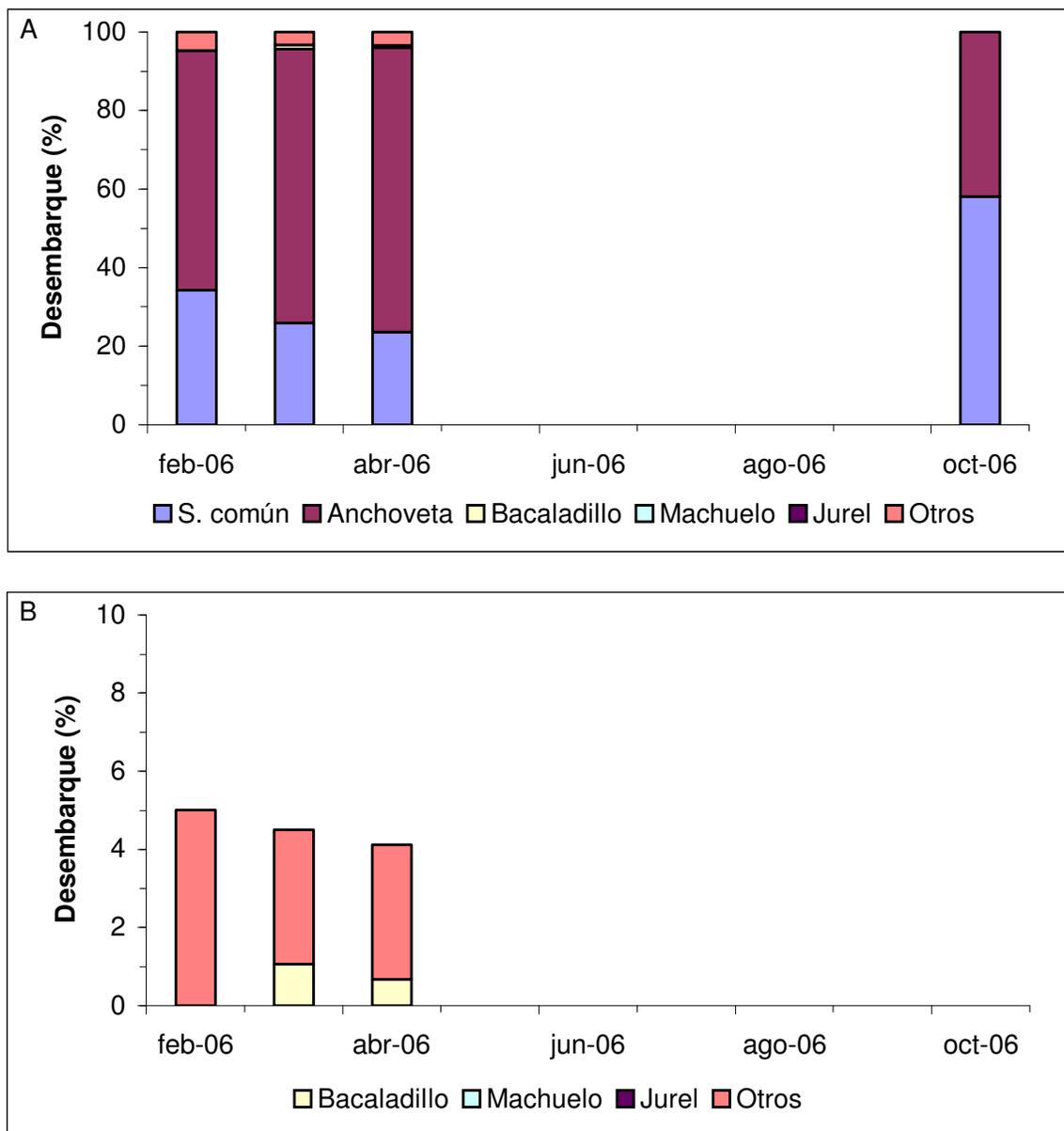


Figura 115. Porcentaje en peso de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Talcahuano-San Vicente, respecto del desembarque total (A) y de las especies objetivo (B).

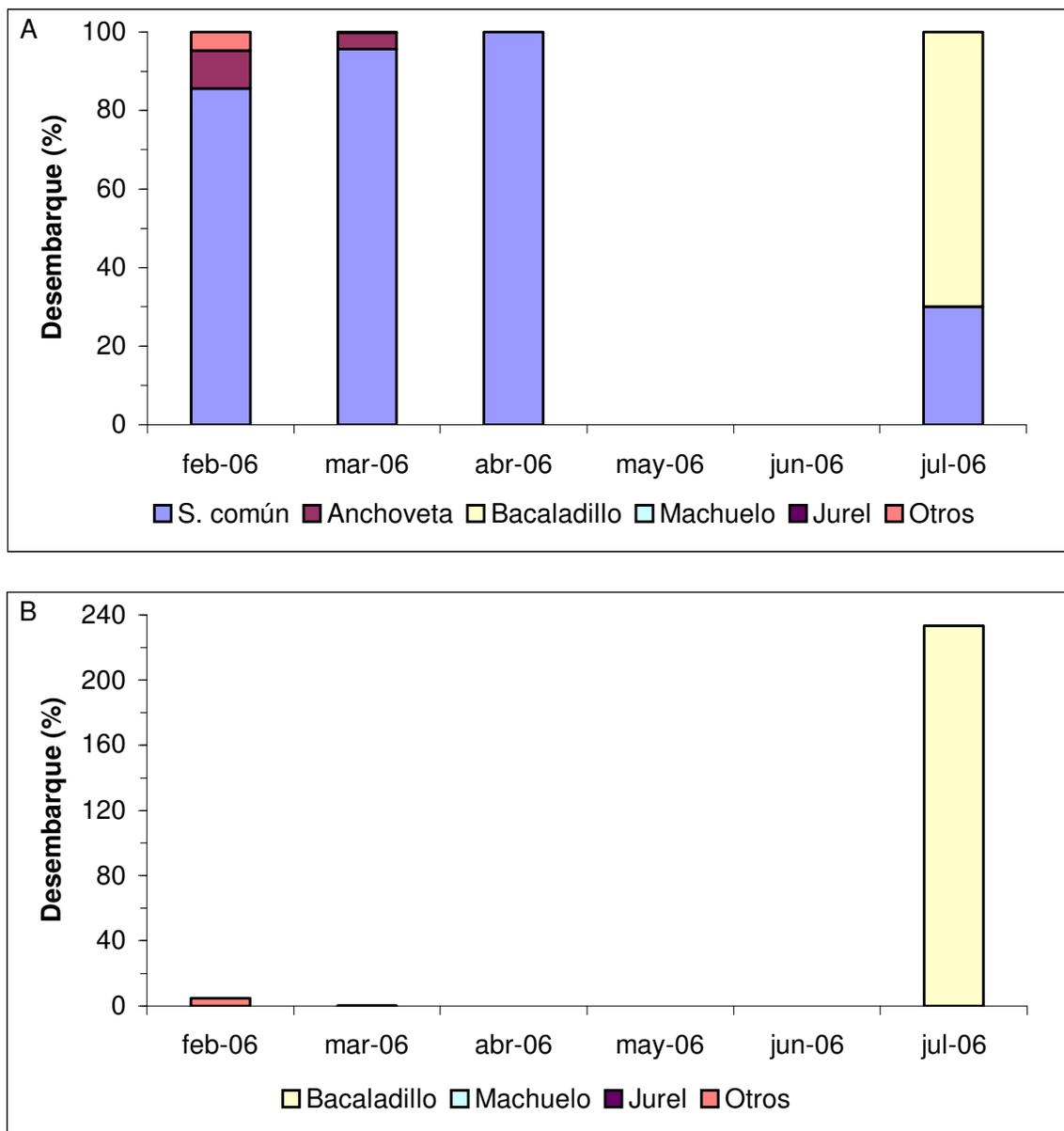


Figura 116. Porcentaje en peso de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Coronel con encuestas en el desembarque, respecto del desembarque total (A) y de las especies objetivo (B).

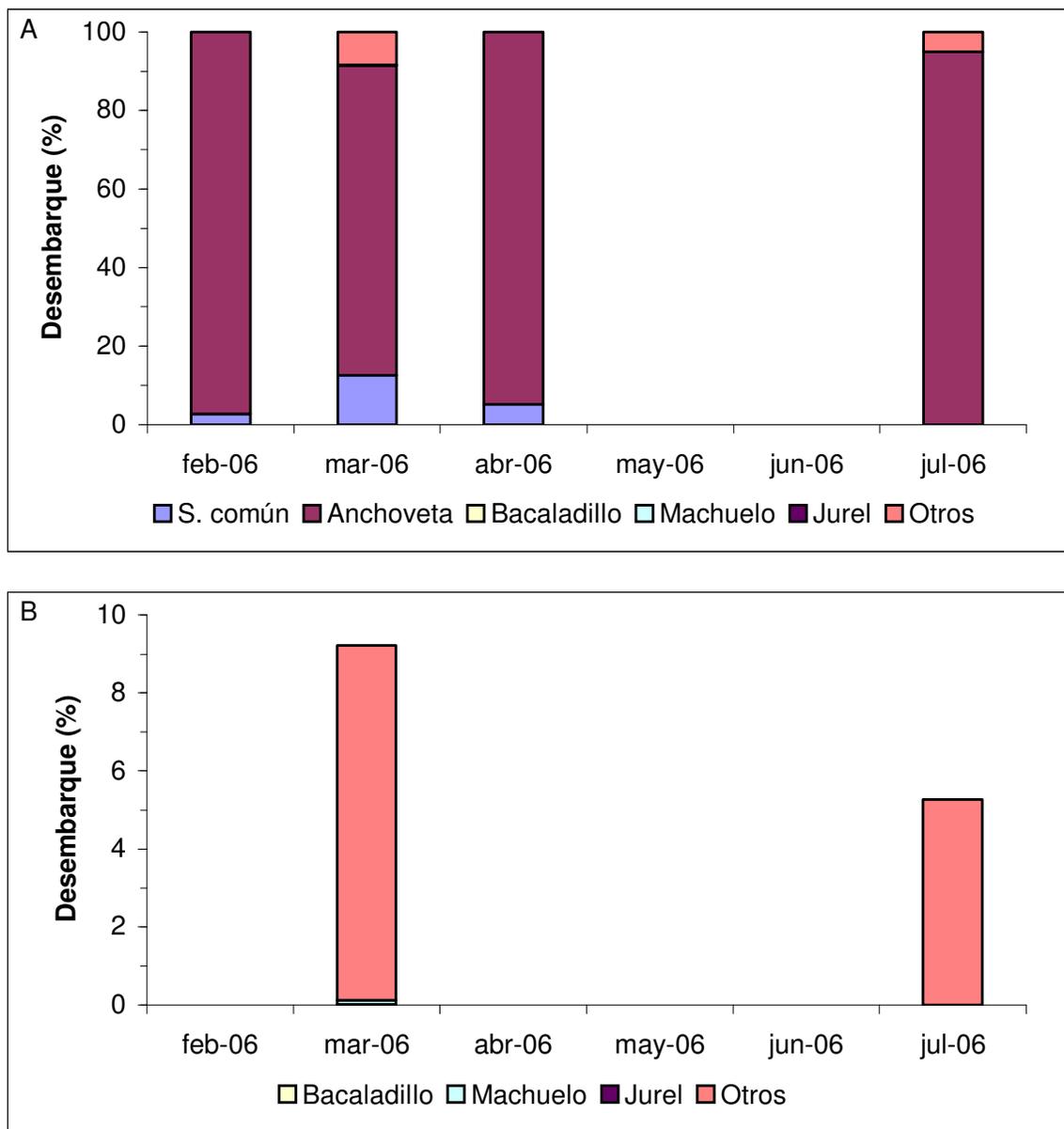


Figura 117. Porcentaje en peso de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Coronel con encuestas a bordo, respecto del desembarque total (A) y de las especies objetivo (B).

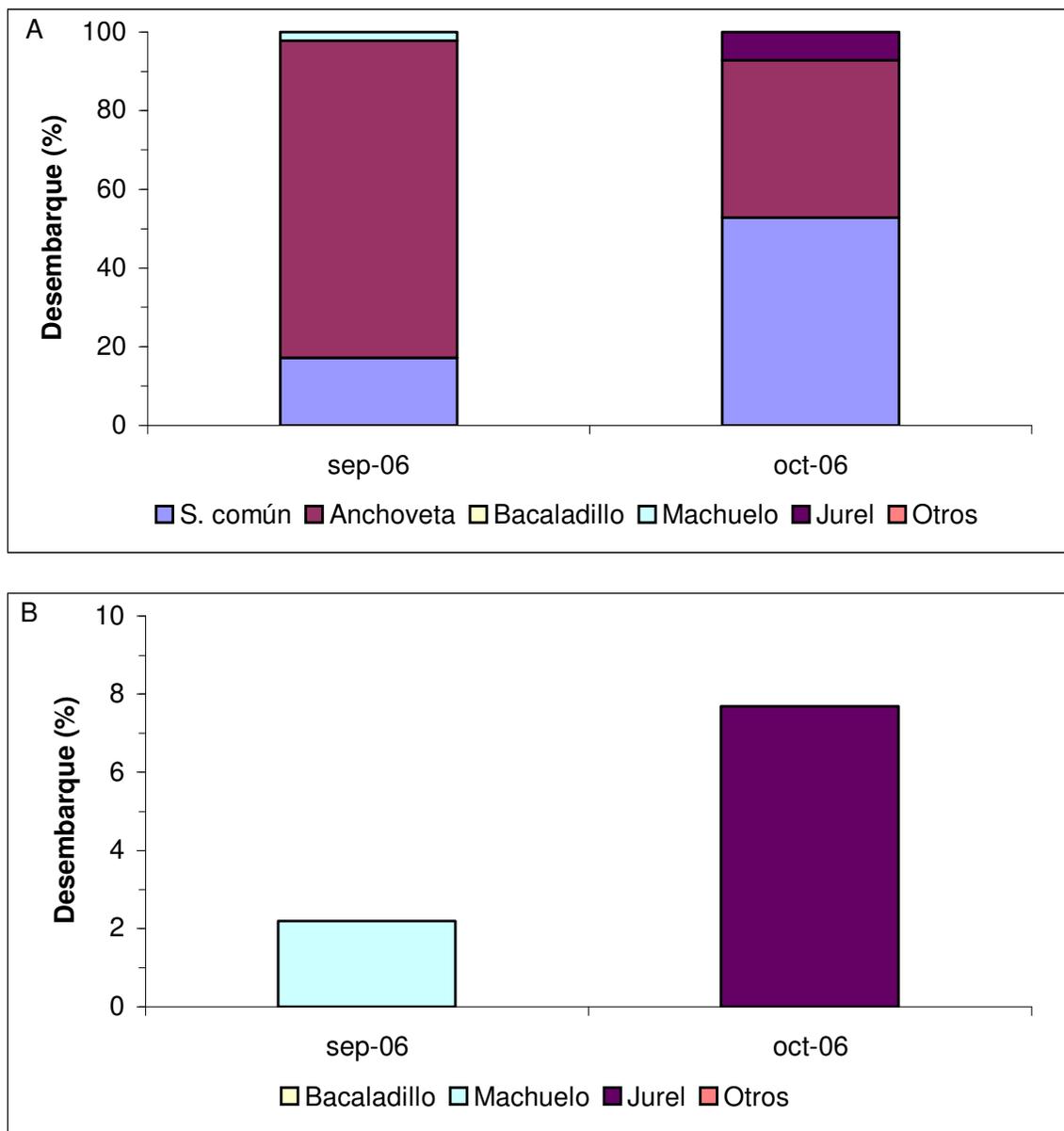


Figura 118. Porcentaje en peso de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Lota, respecto del desembarque total (A) y de las especies objetivo (B).

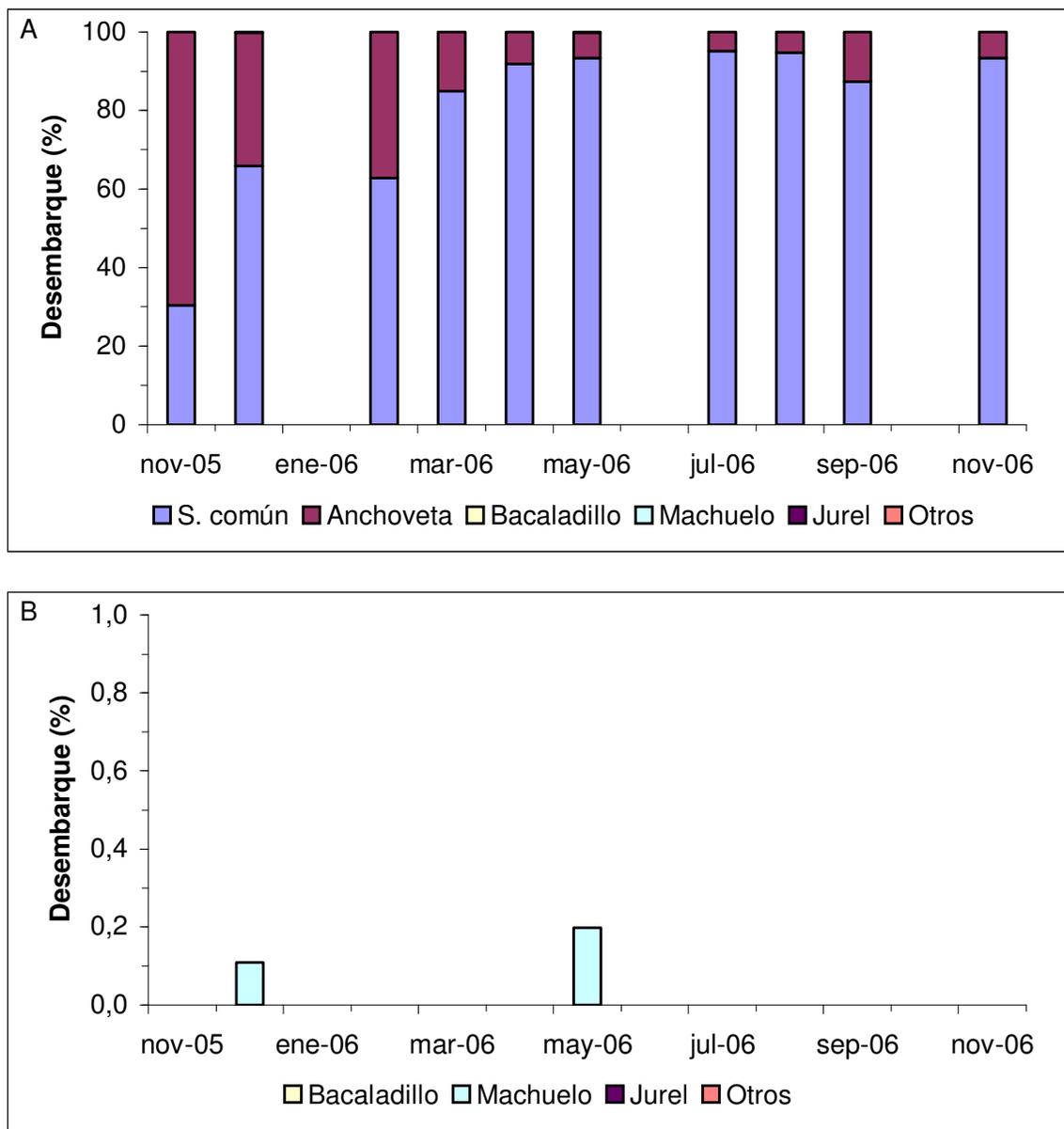


Figura 119. Porcentaje en peso de especies presentes en el desembarque de lanchas artesanales en Valdivia-Corral, respecto del desembarque total (A) y de las especies objetivo (B).

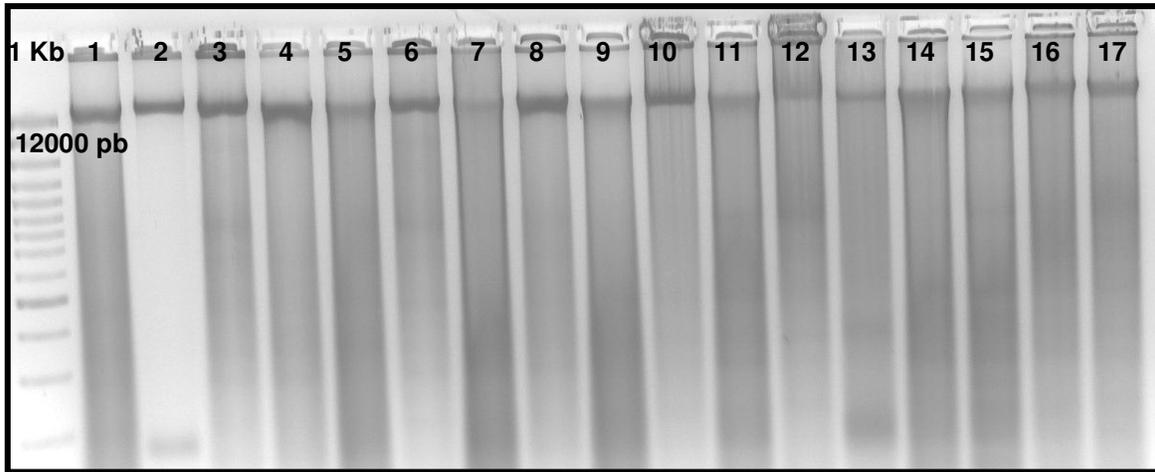


Figura 120. Perfil electroforético de extractos de ADN de *N. crockeri*. En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 12000 pb.

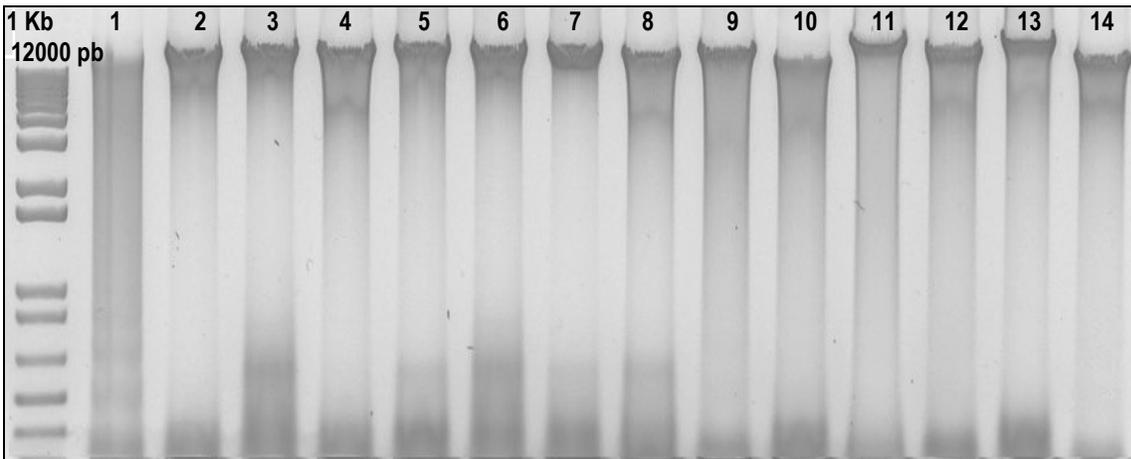


Figura 121. Perfil electroforético de extractos de ADN de *E. maculatum*. En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 120000 pb.

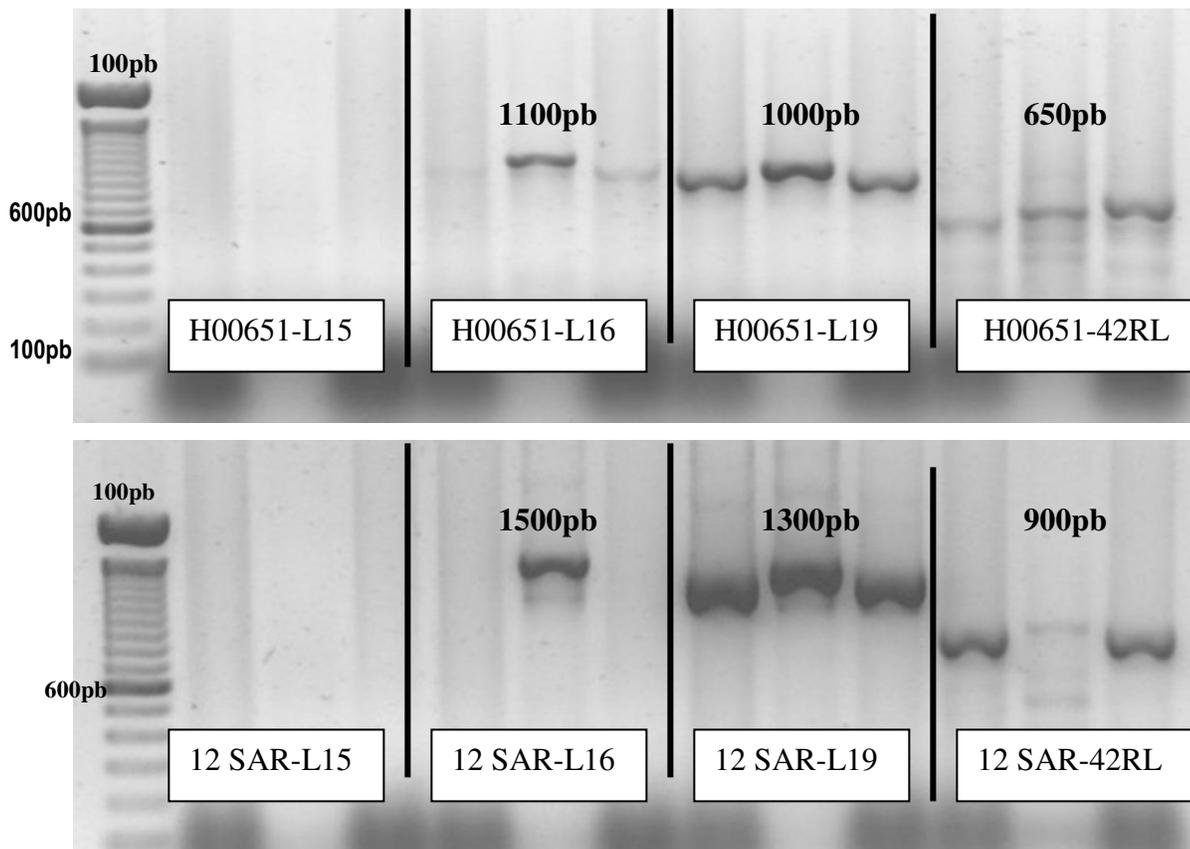


Figura 122. Perfil de amplificación del segmento D-loop con 8 parejas de partidores en la especie *N. crockeri*. En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.

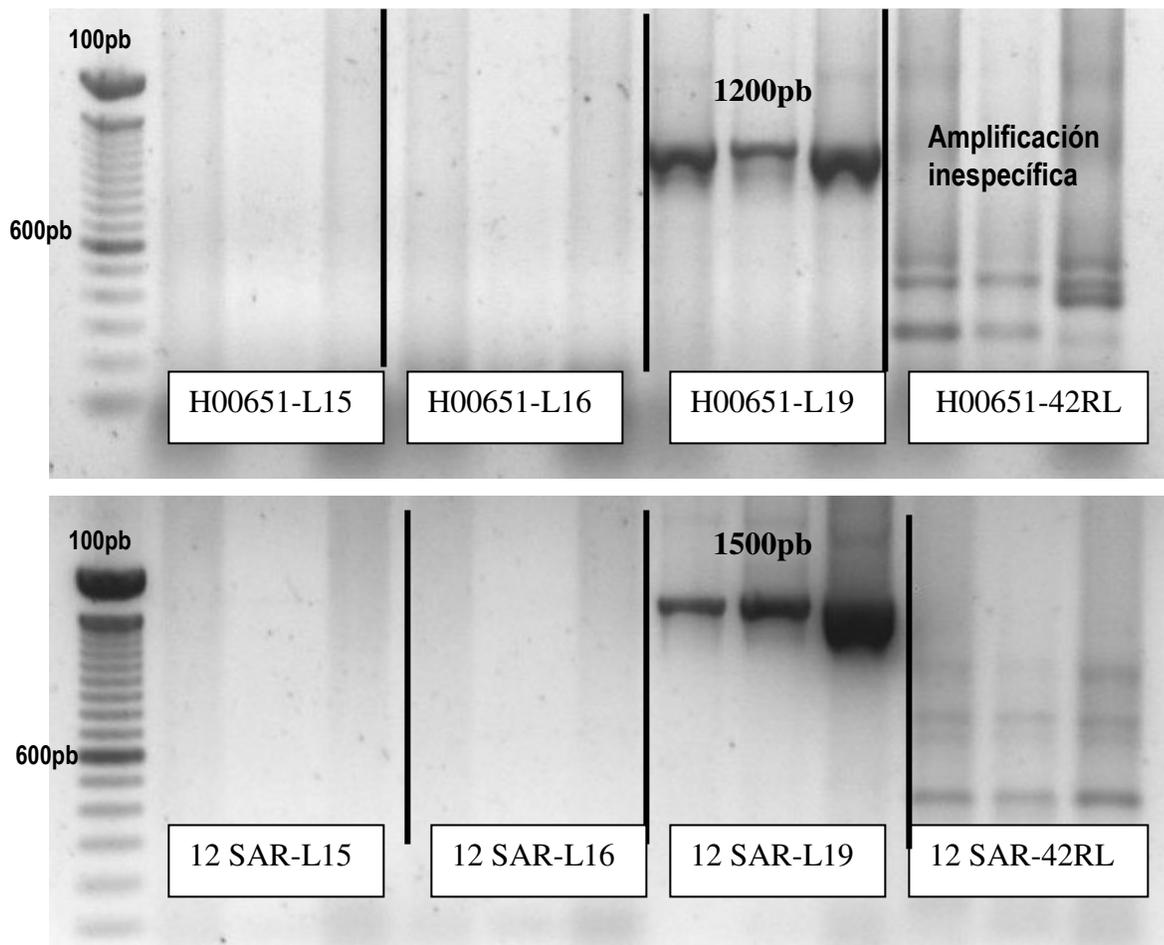


Figura 123. Perfil de amplificación del segmento D-loop con 8 parejas de partidores en la especie *E. maculatum*. En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.

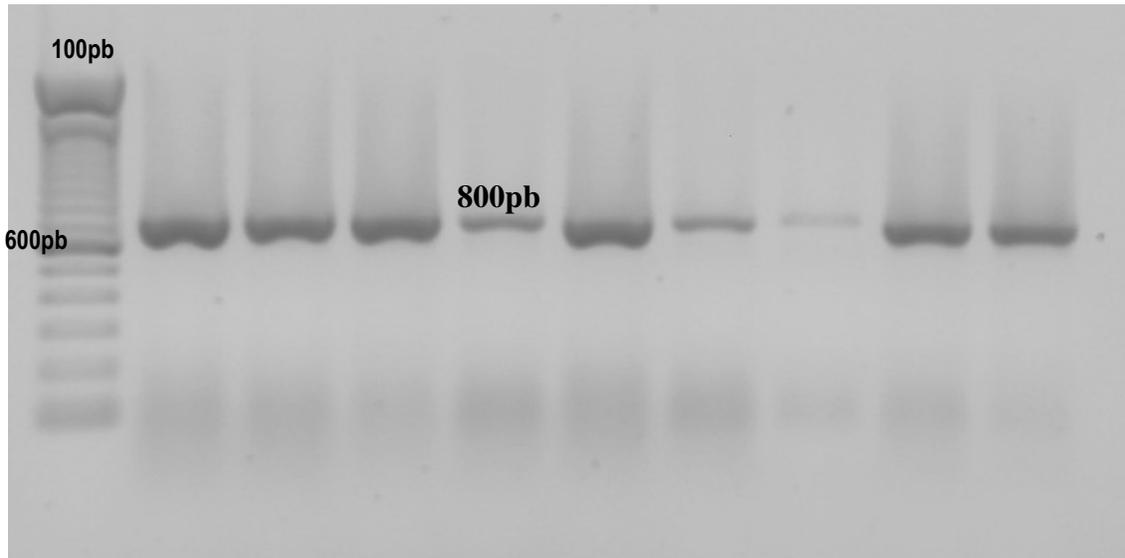


Figura 124. Perfil de amplificación del segmento Citocromo Oxidasa I en *N. crockeri*. (800pb). En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.

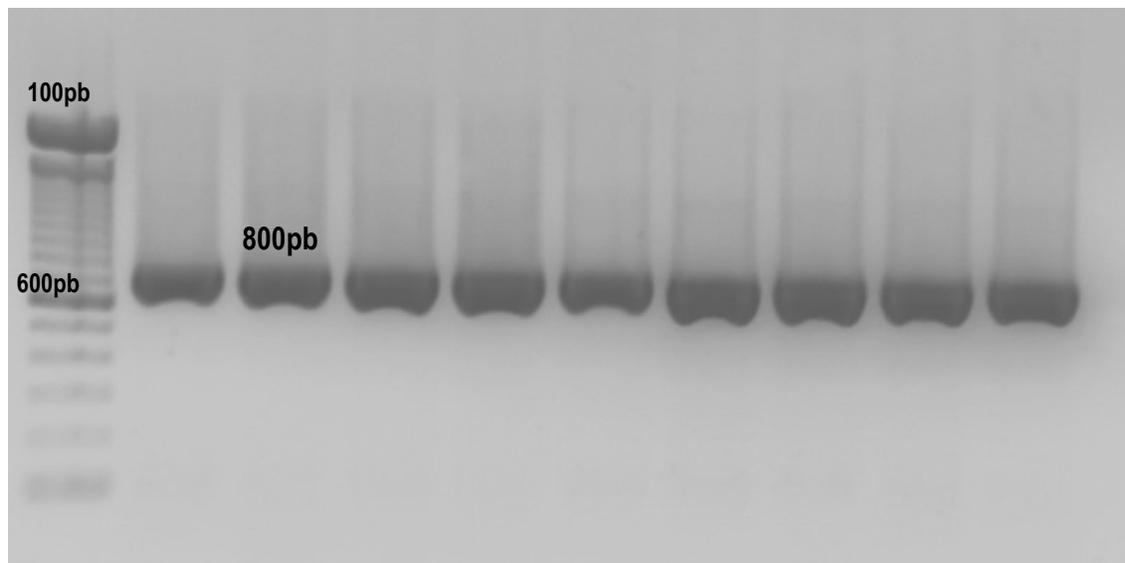


Figura 125. Perfil de amplificación del segmento Citocromo Oxidasa I en *E. maculatum* (800pb). En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.

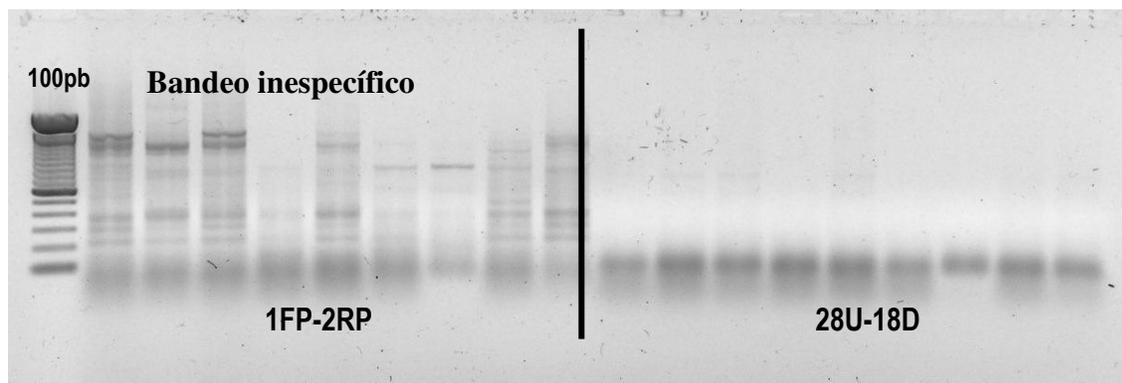


Figura 126. Perfil de amplificación del segmento ITS en *N. crockeri*, con las parejas de partidores 1FP – 2RP y 28U – 18D .En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.

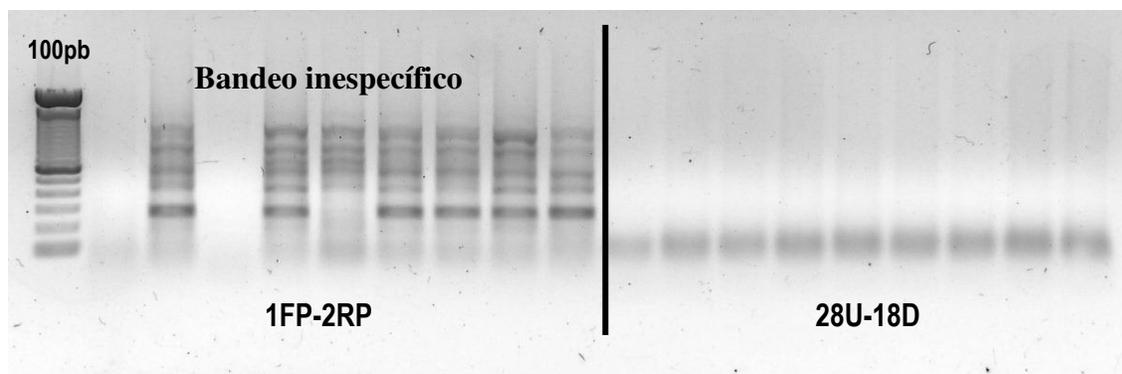


Figura 127. Perfil de amplificación del segmento ITS en *E. maculatum*, con las parejas de partidores 1FP – 2RP y 28U – 18D .En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.