INFORME FINAL

FONDO INVESTIGACION PESQUERA
FIP Nº 2001-04

Monitoreo y prospección orange roughy, año 2001

ABRIL
2004

INFORME FINAL

FIP N° 2001-04

Monitoreo y prospección de orange roughy, año 2001

• Marzo, 2004 •

REQUIRENTE

CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, CIP
Presidente del Consejo:
Felipe Sandoval Precht

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Evaluación Pesquerías Nacionales:
Jorge Farías Ahumada

Director Ejecutivo:
Guillermo Moreno Paredes

• Marzo, 2004 •

JEFE DE PROYECTO

ZAIDA YOUNG U.

AUTORES

ZAIDA YOUNG
EDUARDO DÍAZ
ROBERTO BAHAMONDE
RENZO TASCHERI
YASNA MUÑOZ
ALBERTO OLIVARES
M. ISABEL ORTEGO
JAIME RIVERA
JORGE OLIVA

• Marzo, 2004 •

PERSONAL PARTICIPANTE

Nombre	Función
Zaida Young U.	Jefe Proyecto. Procesamiento de datos y Análisis Pesquero y Biológico.
Eduardo Díaz	Procesamiento muestras y Análisis Reproductivo.
Roberto Bahamonde	Jefe Crucero. Análisis Pesquero.
Renzo Tascheri	Análisis Biológico.
Alberto Olivares	Procesamiento muestras y Análisis Reproductivo.
Yasna Muñoz	Procesamiento muestras y Análisis Fecundidad.
M. Isabel Ortego	Procesamiento de datos y Análisis Mercado.
Jaime Rivera	Procesamiento de datos y Análisis Industria.
Jorge Oliva	Análisis Reproductivo.
Héctor González	Recopilación y Procesamiento datos Pesqueros.
Manuel Rojas	Operador Acústico y Procesamiento de datos.
Ricardo Arancibia	Recopilación y Procesamiento datos mercado.

Toma de Datos

Nombre	Función
José Merino	Coordinación Toma de datos
Fredy Sepúlveda	Muestreador embarcado
Jurgen Contreras	Muestreador embarcado
Germán Bravo	Muestreador embarcado
Germán Rodríguez	Muestreador embarcado
Cristian Toledo	Muestreador embarcado, tierra
Pablo Urrutia	Muestreador embarcado, tierra

RESUMEN EJECUTIVO

En el proyecto FIP Nº 2001-04 “Monitoreo y prospección de orange roughy, año 2001”, se realizó una recopilación y análisis de datos de la pesquería de orange roughy (***Hoplostethus atlanticus***) que cubrió el período mayo-agosto de dicho año, con el propósito de caracterizar la actividad pesquera y la condición biológica del recurso. Además, se realizó una pesca exploratoria, orientada a prospectar nuevas áreas de extracción para este recurso.

Durante la temporada de pesca 2001 se observó actividad a partir del primero de mayo hasta mediados de agosto y se registró la operación de cuatro embarcaciones hieleras, todas las cuales operaron con puerto base Talcahuano. La toma de datos cubrió el total de viajes orientados al orange roughy como especie objetivo, vale decir se cubrió con observadores a bordo los 29 viajes realizados por esta flota.

De las bitácoras analizadas se estimó una captura del orden de las 2 mil toneladas de orange roughy, cifra superior en un 13% a la captura oficial registrada por el Sernapesca. En general el 85% de esta captura provino del área de Juan Fernández, mientras que un 7,9% se extrajo en Punta Sierra y el 7% restante en la zona de Bajo O’Higgins. La actividad se concentró principalmente en invierno, que coincide con la temporada de reproducción de la especie, donde forma densas agregaciones reproductivas, que sincrónicamente ocurren en un mismo período cada año.

De los ocho montes submarinos donde se capturó orange roughy, el monte JF1 fue el más importante con el 36% de la captura (26% lances), equivalente a 755 toneladas, seguido de JF2 con el 20% de la captura (25% lances), 418 toneladas. En una escala temporal, se observa que el esfuerzo y la captura se centraron en

junio y julio, meses que registraron el 76% de los lances (300) y el 72% de la captura de orange roughy (1515 t).

El segundo recurso de importancia fue el alfonsino (*Beryx splendens*), con un registro de captura de 1529 toneladas. De este total, 1461 t. correspondieron a lances cuya intencionalidad de pesca fue el alfonsino y las 68 t. restantes, constituyeron fauna acompañante de lances al orange roughy. La captura de alfonsino estuvo centrada en el área de Juan Fernández, básicamente en el monte JF2 donde se extrajo el 87% de la captura de esta especie. Cabe mencionar que la pesquería de alfonsino se extendió hasta diciembre, estimándose una captura anual de 4.600 toneladas.

Los rendimientos por lance de pesca de orange roughy, presentaron una alta variabilidad con fluctuaciones entre 0 y 69 toneladas, registrándose el 58% de los lances con capturas inferiores o iguales a una tonelada. La captura promedio fue de 5,4 toneladas/lance, valor muy superior a la mediana de los datos. Es importante señalar que se registró un alto porcentaje de lances sin captura (29%). En alfonsino en tanto, el rendimiento fluctuó entre 0 y 34 t/lance, con una tasa promedio de 6,7 t/lance.

Estos recursos fueron procesados básicamente en la VIII región por tres plantas que concentran el 18% de la producción regional de productos pesqueros para consumo humano, son empresas de tamaño productivo mediano a grande. La producción de orange roughy fue de 656 t y correspondió principalmente a filete congelado. Esta producción se orientó al mercado externo, siendo absorbida casi en su totalidad por Estados Unidos. Las exportaciones de orange roughy en el año 2001 generaron un ingreso de divisas de 4,3 millones de dólares. El precio promedio de transacción alcanzado por Chile fue de US$ 7,9 el kilo.

Las capturas de orange roughy se caracterizan por estar constituidas básicamente por ejemplares adultos. La composición de tamaño presentó una amplitud que fluctúo entre los 27 y 58 centímetros de longitud horquilla (LH); no obstante, alrededor del 90% de los ejemplares están en un rango restringido de tamaño, 10 cm en machos y 12 cm en hembras. Las distribuciones muestran una estructura unimodal, con una talla promedio en torno a los 42 y 46 cm LH para machos y hembras, respectivamente. Además, éstas presentan diferencias estadísticamente significativas entre sexos y montes. A nivel de montes, el análisis permite precisar una similitud estadística en las distribuciones de talla en tres grupos. En machos uno está compuesto por JF1, JF2 y BO2 otro, por JF4 y PSI y por último JF3, cuya estructura difiere de los montes anteriores; en hembras, estas agrupaciones también se distinguen, con la diferencia que el monte BO2 presentó una mayor similitud con JF4 y PSI. Por su parte, la proporción sexual presentó una alta variabilidad entre lances y zonas, con un predominio de machos en cinco de los ocho montes frecuentados por la flota. La proporción de machos, varió entre un 36% en BO2 y un 71% en JF2.

En alfonsino las capturas correspondieron tanto a ejemplares adultos como juveniles, pero con un claro predominio de los primeros. La amplitud de tallas fluctuó entre los 18 y 49 cm LH, con una talla promedio en torno a los 36 y 38 cm en machos y hembras, respectivamente. Las distribuciones son unimodales y al igual que en orange, éstas presentan diferencias estadísticamente significativas entre sexos y montes. De los tres montes contrastados (JF1, JF2 Y JF4), dos de ellos presentaron estructuras similares del punto de vista estadístico, JF2 y JF4. Para este recurso se registró un predominio de las hembras en las capturas de los montes analizados, variando entre un 55% en JF2 y un 61% en JF4.

La amplitud del peso total de orange roughy fluctuó entre 515 y 5300 g. Las hembras presentaron pesos máximos más altos, como consecuencia del mayor tamaño que éstas alcanzan en comparación con los machos. En el caso del alfonsino, la amplitud del peso varió entre los 115 y 2850 g. Las hembras, al igual que lo observado en orange, alcanzaron mayores pesos que los machos.

Se caracterizó la fauna acompañante presente en las capturas de orange roughy, utilizando muestras recolectadas en las temporadas de pesca 2001 y 2002. Si bien la captura registró una alta predominancia del recurso objetivo, la fauna asociada -de reducida abundancia- se conformó por 76 especies identificadas taxonómicamente, 64 especies correspondieron a peces (óseos y cartilaginosos), 10 a crustáceos y 2 a cefalópodos. Sobre la base de un análisis multivariado con datos de presencia ausencia de especies, se concluye que la fauna presenta diferencias entre el área de Juan Fernández y aquella del Bajo O'Higgins y Punta Sierra, siendo estas dos últimas zonas de mayor similitud entre sí.

El análisis microscópico de las gónadas de orange roughy permitió caracterizar el desarrollo del ovario y testículo, logrando diagnosticar los diferentes estadios de madurez sexual. Así mismo, se confirmó el carácter de desovador sincrónico o total del orange roughy.

El análisis reproductivo (microscópico y macroscópico), corroboró el patrón de maduración y desove descrito anteriormente para orange roughy, con un desove secuencial entre montes, que comienza en JF1 (mayo-junio), seguido de JF2 y BO2 (junio-julio), JF4 (julio) y finalmente JF3 (agosto). Para el monte BO1 y PSI no se tuvo evidencias de desove en el período que la flota frecuentó estos caladeros (mayo inicios de junio).

En alfonsino, el análisis histológico de muestras recopiladas entre mayo y diciembre, permite indicar que no hubo una clara evolución en el desarrollo de los ovarios y por lo tanto, el alfonsino no desovaría durante este período (otoño-primavera) en el área de Juan Fernández. Por su parte, el índice gonádico refleja esta condición del recurso, al permanecer relativamente estabilizado espacial y temporalmente.

La fecundidad total de orange roughy fluctúo entre 33 mil y 380 mil ovocitos por ejemplar, con un promedio del orden de los 140 mil ovocitos en JF y BO y de 220 mil para PSI; en tanto, la fecundidad relativa promedio fue de 59 mil ovocitos por kilo de peso corporal en JF y BO y de 78 mil en PSI. Estos valores son superiores a los citados en la literatura para otras áreas y las diferencias podrían responder al mayor tamaño de los ejemplares analizados en Chile. Un análisis a nivel de monte, permite proponer una agrupación en tres niveles de fecundidad, el primero con el nivel más bajo constituido por JF1 y BO2, un segundo nivel intermedio con los montes JF2, JF3, JF4 y BO1, y un tercer nivel con la fecundidad más alta constituido por PSI.

En relación a unidades de stock de orange roughy, los resultados de este estudio permiten postular que los peces de los montes JF1, JF3 y PSI constituirían stocks diferentes, atendiendo a la presencia de poblaciones desovantes separadas, además de las diferencias de fecundidad y de tamaños de los peces entre ellos.

Durante julio de 2003, se realizó un crucero de prospección con el buque Abate Molina, donde se exploró un área de 747 mn^2, comprendida entre las latitudes 37° 48'S y 41° 09'S. En el crucero, se realizaron dos actividades principales; un muestreo acústico y una exploración por medio de lances de pesca. La primera de éstas estuvo dirigida al levantamiento batimétrico y detección de agregaciones de peces y la segunda, a la identificación mediante lances de pesca de los registros

detectados. La prospección acústica se realizó con un ecosonda científico Simrad EK500 conectado a un transductor split beam de 38 KHz. Los lances de pesca, fueron realizados con una red de arrastre del tipo Arrow, con una longitud de relinga de 30 metros.

En esta zona, se detectaron sólo dos montañas submarinas una, localizada en los 37° 50,7'S-74° 07,2'W y que alcanza una profundidad mínima de 425 m y la segunda, que se ubicó en los 38° 51'S-74° 10,2'W, con una profundidad de 775 m. En la totalidad de los sectores prospectados, los fondos correspondieron en su mayoría a áreas relativamente planas y de fondos blandos, donde es posible realizar lances de arrastre sin grandes riesgos para el arte de pesca, la excepción la constituye la cima de la montaña detectada al norte de la Isla Mocha (sector 1) y el cañón localizado al SSW de dicha isla (sector 2).

Durante la prospección se realizaron 30 lances de arrastre, en los cuales se capturaron 6,8 toneladas, constituidas por 45 especies. La especie que presentó la mayor abundancia fue la jibia *(**Dosidicus gigas**),* con un aporte a la captura del 33,4%, seguido en orden de importancia por el granadero *(**Coelorhynchus chilensis**),* merluza del sur (***Merluccius australis***) y barbanegra (***Alepocephalus sp.***) con un 17,5%, 8,3% y 6,4%, respectivamente. En tanto para la especie de interés, orange roughy, la captura fue marginal, no superó los 7 kilos (0,1%).

El orange roughy fue capturado en tres de los cinco sectores explorados; Sector 1 (37° 48,5'S a 37° 54,1'S), Sector 2 (38° 39,9'S a 38° 54,0'S) y Sector 5 (40° 40,2'S a 41° 09' S) y en profundidades comprendidas entre 788 y 875 m, con temperaturas que variaron entre 3,1 y 3,5 º C. Cabe señalar que los ejemplares en su totalidad fueron capturados en áreas de fondos planos o con reducida pendiente. Estos resultados son concordantes con antecedentes previos, que reportan la presencia de orange roughy en estas latitudes.

ÍNDICE GENERAL

Página

RESUMEN EJECUTIVO ..... **i**
ÍNDICE GENERAL ..... **vii**
ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xi**
ÍNDICE DE TABLAS ..... **xvii**
ÍNDICE DE ANEXOS ..... **xxv**
1. INTRODUCCIÓN **1**
2. OBJETIVO GENERAL **5**
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS **5**
4. METODOLOGÍA **7**

4.1 Caracterizar la flota pesquera, cuantificar la magnitud y distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca aplicado al recurso orange roughy 7

4.1.1 Composición de la flota y régimen operacional 7
4.1.2 Captura y esfuerzo de pesca 9
4.1.3 Niveles de mantención y procesamiento 10
4.1.4 Rendimiento de producción 10
4.1.5 Canales de distribución y comercialización 11

4.2 Monitorear la actividad pesquera, determinando la estructura de tallas y condición biológica de la captura del recurso en estudio y de las principales especies que constituyen fauna acompañante 12

4.2.1 Estructura de tallas de la captura 14
4.2.2 Comparación de las estructuras de talla 15
4.2.3 Talla media por sexo y monte 16
4.2.4 Proporción sexual por monte 16
4.2.5 Relación longitud peso 16
4.2.6 Factor de condición por sexo y monte 18
4.2.7 Fauna acompañante 19

4.3 Caracterizar la condición reproductiva del orange roughy en las distintas áreas de pesca 21

4.3.1 Análisis microscópicos 21
4.3.2 Análisis macroscópicos 22
4.3.3 Fecundidad 23

4.4 Realizar una pesca exploratoria de nuevas áreas probables de pesca de orange roughy 25

4.4.1 Período y área de la prospección 25
4.4.2 Embarcación y arte de pesca 25
4.4.3 Diseño de la prospección 26
4.4.4 Análisis de la información batimétrica 27
4.4.5 Índices de abundancia relativa 28
4.4.6 Distribución espacial de los principales recursos reportados en los lances de pesca 29

5. RESULTADOS 31

5.1 Caracterizar la flota pesquera, cuantificar la magnitud y distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca aplicado al recurso orange roughy 32

5.1.1 Marco administrativo 32
5.1.2 Régimen operacional de la flota 33
5.1.3 Captura y esfuerzo de pesca 37
5.1.4 Tasas de captura 41
5.1.5 Características de las plantas de procesamiento 42
5.1.6 Rendimiento de producción 47
5.1.7 Producción y comercialización 48

5.2 Monitorear la actividad pesquera, determinando la estructura de tallas y condición biológica de la captura del recurso en estudio y de las principales especies que constituyen fauna acompañante 53

5.2.1 Composición de tallas de las capturas 53
5.2.2 Proporción sexual 57
5.2.3 Relación longitud peso 58
5.2.4 Factor de condición 60
5.2.5 Fauna acompañante 62

5.3 Caracterizar la condición reproductiva del orange roughy en las distintas áreas de pesca 64

5.3.1 Análisis histológico de las gónadas de orange roughy 64
5.3.2 Talla de primera madurez sexual 77
5.3.3 Índice gonádico y época de desove 78
5.3.4 Escala macroscópica apreciativa del desarrollo gonadal 79
5.3.5 Análisis histológico de las gónadas de alfonsino 80
5.3.6 Fecundidad del orange roughy 81

5.4 Realizar una pesca exploratoria de nuevas áreas probables de pesca de orange roughy 85

5.4.1 Área prospectada 85
5.4.2 Lances por sector y estrato de profundidad 87
5.4.3 Captura total 87
5.4.4 Caracterización de los sectores explorados 88
5.4.5 Características biológicas de los orange roughy capturados 96
5.4.6 Distribución espacial de los recursos 96

6. DISCUSIÓN 99
7. CONCLUSIONES 115
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 119

TABLAS

FIGURAS

ANEXOS

Anexo 1. Análisis histológico de las gónadas de orange roughy.

Anexo 2. Lances de pesca, crucero Abate Molina.

Anexo 3. Glosario de términos de identificación de montes submarinos.

Anexo 4. Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico en horas/hombre por actividad.

Anexo 5. Informe Final en PDF.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de pesca del orange roughy en Chile. Se indica la localización de los montes submarinos, la distancia entre ellos y respecto a la costa (la figura asociada al monte es proporcional al área de éste).

Figura 2. Área cubierta en la pesca exploratoria y localización de los cinco sectores prospectados.

Figura 3. Red de arrastre empleada en la prospección de orange roughy.

Figura 4. Diseño de transectas paralelas (Norte – Sur; Este – Oeste).

Figura 5. Diseño de transectas tipo estrella.

Figura 6. Distribución de las capturas de orange roughy por área y año. Monitoreo de la pesquería, período 1999-2001.

Figura 7. Distribución de la captura de orange roughy, por monte y mes. Monitoreo de la pesquería 2001.

Figura 8. Distribución del esfuerzo (% lances) y de la captura (t.) de orange roughy, por mes y año (en el 2000 falta información de una empresa).

Figura 9. Distribución de las capturas de orange roughy por estrato de profundidad y área. Monitoreo de la pesquería 2001.

Figura 10. Topografía de fondo y lances de pesca de orange roughy en el monte JF1. Años 1999 (a), 2000 (b) y 2001 (c).

Figura 11. Topografía de fondo y lances de pesca de orange roughy en el monte JF2. Años 1999 (a), 2000 (b) y 2001 (c).

Figura 12. Topografía de fondo y lances de pesca de orange roughy en el monte JF3. Años 1999 (a), 2000 (b) y 2001 (c).

Figura 13. Topografía de fondo y lances de pesca de orange roughy en el monte JF4. Años 1999 (a), 2000 (b) y 2001 (c).

Figura 14. Topografía de fondo y lances de pesca de orange roughy en el monte BO2. Años 1999 (a), 2000 (b) y 2001 (c).

Figura 15. Topografía de fondo y lances de pesca de orange roughy en el monte Punta Sierra. Años 1999 (a), 2000 (b) y 2001 (c).

Figura 16. Distribución de las capturas de alfonsino por área y año. Monitoreo de la pesquería de orange roughy, período 1999-2001.

Figura 17. Distribución de las capturas de alfonsino por monte y mes. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

Figura 18. Distribución de las capturas de alfonsino por estrato de profundidad y monte. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

Figura 19 Distribución de los rendimientos de pesca de orange roughy (t./lance y t./15 min arrastre). Para el total de lances (A) y para los lances con captura (B). Monitoreo de la pesquería 2001.

Figura 20. Distribución de los rendimientos de pesca de alfonsino. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

Figura 21. Capturas de orange roughy de los principales países para el período 1990-2000. (Fuente: Estadísticas de Pesca, FAO 2002).

Figura 22. Participación (%) de la cantidad exportada de productos congelados de orange roughy, por empresa, 2001.

Figura 23. Precios medios de importación a Estados Unidos de filetes congelados de orange roughy, según país de origen. Período 1998-2001.

Figura 24. Precios de exportación de filete congelado de orange roughy, por mes. Período 1999-2001.

Figura 25. Distribución de frecuencia (%) de longitudes de las capturas de orange roughy, por monte y sexo. Se indica número de ejemplares medidos n(h): hembras; n(m): machos) y la talla media ($\bar{x}$). Monitoreo de la pesquería 2001.

Figura 26. Distribución de frecuencia (%) de longitudes de las capturas de orange roughy, por sexo y monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

Figura 27. Distribución de frecuencia (%) de longitudes de las capturas de alfonsino, por monte y sexo. Se indica número de ejemplares medidos (n(m): machos; n(h): hembras) y la talla media ($\bar{x}$). Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

Figura 28. Distribución de frecuencia (%) de longitudes de las capturas de alfonsino, por sexo y monte. Monitoreo de la pesquería de orange roughy, 2001.

Figura 29. Proporción sexual en las capturas de orange roughy por monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

Figura 30. Proporción sexual en las capturas de alfonsino por monte. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

Figura 31. Relación longitud de horquilla y peso total para machos de orange roughy por monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

Figura 32. Relación longitud de horquilla y peso total para hembras de orange roughy por monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

Figura 33. Relación longitud de horquilla y peso total de alfonsino por sexo y monte. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

Figura 34. Residuos estandarizados del modelo lineal de condición de orange roughy. A) machos; B) hembras.

Figura 35. Índice de condición biológica de orange roughy por zona de pesca (monte), temporadas 2000 y 2001. (A) machos, (B) hembras (Barras de error, intervalo de confianza de 95%).

Figura 36. Comparación multivariada de las zonas de pesca de orange roughy, sobre la base de datos de presencia y ausencia de los componentes de la fauna acompañante de esta pesquería. A) Dendrograma que agrupa las zonas (montes); B) Escalamiento Multidimensional no Métrico de las zonas. Año 2001.

Figura 37. Comparación multivariada de las zonas de pesca de orange roughy, sobre la base de datos de presencia y ausencia de los componentes de la fauna acompañante de esta pesquería. A) Dendrograma que agrupa las zonas (montes); B) Escalamiento Multidimensional no Métrico de las zonas. Año 2002.

Figura38. Microfotografía de un corte histológico de ovario de orange roughy, en distinto estadio de madurez sexual (A: EMS 1 y B: EMS 2 en fase tardía) (4X).

Figura 39. Distribución de frecuencias de ovocitos en submuestras de ovarios de orange roughy en diferentes estadios de madurez sexual (I: Inmaduro; II (I): En maduración inicial; II (T): En maduración tardía; III: Maduro; IV: En desove y V: Desovado).

Figura 40. Distribución semanal de estadios de madurez sexual de hembras de orange roughy colectadas en los caladeros de Punta Sierra (PSI), Bajo O'Higgins (BO) y Juan Fernández (JF). Período mayo-agosto, 2001.

Figura 41. Distribución semanal de estadios de madurez sexual de machos de orange roughy colectados en los caladeros de Punta Sierra (PSI), Bajo O'Higgins (BO) y Juan Fernández (JF). Período mayo-agosto, 2001.

Figura 42. Índice gonádico de hembras de orange roughy por monte, mes y semana (). Bajo O'Higgins y Punta Sierra, 2001. En la figura se muestra la mediana, rango intercuartil y los valores extremos (la caja representa el 50% de las observaciones).

Figura 43. Índice gonádico de hembras de orange roughy por monte, mes y semana (). Archipiélago Juan Fernández, 2001. En la figura se muestra la mediana, rango intercuartil y los valores extremos (la caja representa el 50% de las observaciones).

Figura 44. Distribución mensual de estadios de madurez sexual de hembras de alfonsino colectadas en Juan Fernández. Período mayo-diciembre, 2001.

Figura 45. Índice gonádico de hembras de alfonsino por monte y mes. Archipiélago de Juan Fernández, 2001. En la figura se muestra la mediana, rango intercuartil y los valores extremos (la caja representa el 50% de las observaciones).

Figura 46. Fecundidad relativa (ovocitos/kg) de orange roughy, por monte. En la figura se muestra la mediana, rango intercuartil y los valores extremos (la caja representa el 50% de las observaciones).

Figura 47. Relación entre la fecundidad total y el peso total (1^{era} columna) y la longitud de horquilla (2da columna) de orange roughy por zona. Período mayo-agosto, 2001.

Figura 48. Relación entre la fecundidad y la longitud estándar promedio estimada para orange roughy, en las principales áreas de pesca a nivel mundial (A: Fecundidad relativa; B: Fecundidad Total).

Figura 49. Batimetría del sector 1 y distribución de los lances de pesca exploratorios.

Figura 50. Registro obtenido en la cima de la montaña detectada en el sector 1.

Figura 51. Batimetría del sector 2 y distribución de los lances de pesca exploratorios.

Figura 52. Batimetría del sector 4 y distribución de los lances de pesca exploratorios.

Figura 53. Batimetría del sector 5 y distribución de los lances de pesca exploratorios.

Figura 54. Agregación detectada en el sector 5.

Figura 55. Registro del lance 29.

Figura 56. Distribución de abundancia (Kg/mn²) de los recursos a) orange roughy, b) merluza austral y c) bacalao de profundidad por sectores explorados.

Figura 57. Distribución de abundancia (Kg/mn²) de los recursos a) merluza de cola, b) granadero chileno y c) barbanegra por sectores explorados.

Figura 58. Distribución de abundancia (Kg/mn²) de los recursos a) jibia, b) camarón tipo nailon y c) gamba por sectores explorados.

Figura 59. Distribución de abundancia (Kg/mn²) de los recursos a) raya moteada, b) raya volantín y c) raya plomiza cola espinuda por sectores explorados.

Figura 60. Distribución de abundancia (Kg/mn²) de los recursos a) tollo, b) tollo narigón y c) tollo negro de cachos por sectores explorados.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala macroscópica para determinar el estadio de madurez sexual de hembras de orange roughy. Se tomó como referencia dos escalas de orange roughy de Nueva Zelandia (Manual de recolección de datos biológicos, del Ministerio de Pesquerías y Pankhurst ***et al.***, 1987) y los resultados del proyecto FIP 99-05. (Young *et al*, 2000a).

Tabla 2. Escala macroscópica para determinar el estadio de madurez sexual de machos de orange roughy. Se tomó como referencia dos escalas de orange roughy de Nueva Zelandia (Manual de recolección de datos biológicos, del Ministerio de Pesquerías y Pankhurst ***et al.***, 1987) y los resultados del proyecto FIP 99-05. (Young ***et al***, 2000a).

Tabla 3. Viajes realizados por la flota que operó en la pesquería de orange roughy en la temporada 2001. Se detalla por barco y viaje, el número de lances, la captura y el número de ejemplares medidos de orange roughy y alfonsino.

Tabla 4. Características de las embarcaciones que operaron en la pesquería de orange roughy durante la temporada 2001.

Tabla 5. Características operacionales de la flota que operó en la pesquería de orange roughy durante la temporada 2001.

Tabla 6. Captura por embarcación, total y por viaje. Monitoreo de la pesquería de orange roughy, durante la temporada 2001.

Tabla 7. Montes submarinos donde se desarrolla la pesquería de orange roughy en Chile. Se indica la posición geográfica, área, profundidad de la cima del monte y distancia a la costa.

Tabla 8. Esfuerzo y captura de orange roughy por área y monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

Tabla 9. Distribución del esfuerzo de pesca (Nº lances) orientado al orange roughy por área, monte y mes. Monitoreo de la pesquería 2001.

Tabla 10. Distribución de la captura (t.) de orange roughy por área, monte y mes. Monitoreo de la pesquería 2001.

Tabla 11. Esfuerzo y captura de alfonsino por área y monte. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

Tabla 12. Distribución del esfuerzo de pesca (Nº lances) orientado al alfonsino por área, monte y mes. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

Tabla 13. Lances sin captura y con captura de orange roughy, por área y monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

Tabla 14. Captura, esfuerzo (# lances y horas de arrastre) y rendimiento de pesca (t/lance y t/15 minutos arrastre) de orange roughy, por área y monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

Tabla 15. Captura, esfuerzo (# lances y horas de arrastre) y rendimiento de pesca (t/lance y t/15 minutos arrastre) de alfonsino, por monte y área. Monitoreo de la pesquería orange roughy 2001.

Tabla 16. Exportaciones chilenas de productos congelado y fresco-refrigerado de orange roughy, por empresa, país de destino y tipo de producto. Período 2000-2001.

Tabla 17. Clasificación de las exportaciones chilenas de orange roughy, por calibre, según empresas exportadoras 2001.

Tabla 18. Exportaciones de orange roughy efectuadas por Nueva Zelanda. Período 1995-2001.

Tabla 19. Importaciones de filetes congelados de orange roughy efectuadas por Estados Unidos, según país de origen. Período 1999 – 2001.

Tabla 20. Caracterización de la muestra empleada en el análisis de la estructura de tallas de orange roughy por monte y sexo. Se indica el número de ejemplares, la amplitud y el rango de la longitud de horquilla. Monitoreo de la pesquería 2001.

Tabla 21. Tallas medias estimadas de orange roughy y coeficiente de variación para el total y por sexo en cada uno de los montes. Monitoreo de la pesquería 2001.

Tabla 22. Estadístico chi-cuadrado y valor *p* para la comparación de las estructuras de tallas de orange roughy por sexo, JF2 y PSI. Año 2001.

Tabla 23. Estadístico chi-cuadrado y valor *p* para la comparación de las estructuras de tallas de orange roughy por monte. Para el total de ejemplares medidos y muestras de 300 y 600 ejemplares por monte. Año 2001.

Tabla 24. Coeficiente, error estándar, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de los machos de orange roughy entre montes, tomando como referencia JF1. Año 2001.

Tabla 25. Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de los machos de orange roughy entre montes. Año 2001.

Tabla 26. Coeficiente, error estándar, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de las hembras de orange roughy entre montes, tomando como referencia JF1. Año 2001.

Tabla 27. Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de las hembras de orange roughy entre montes. Año 2001.

Tabla 28. Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de los machos y de las hembras de orange roughy entre montes, para muestras de 600 ejemplares por monte. Año 2001.

Tabla 29. Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de los machos y de las hembras de orange roughy entre montes, para muestras de 300 ejemplares por monte. Año 2001.

Tabla 30. Caracterización de la muestra empleada en el análisis de la estructura de tallas de alfonsino por monte y sexo. Se indica el número de ejemplares, la amplitud y el rango de la longitud de horquilla (cm). Monitoreo de la pesquería de orange roughy, 2001.

Tabla 31. Tallas medias estimadas de alfonsino y coeficiente de variación para el total y por sexo en cada uno de los montes. Monitoreo de la pesquería de orange roughy, 2001.

Tabla 32. Estadístico chi-cuadrado y valor *p* para la comparación de las estructuras de tallas de alfonsino por sexo y monte. Para el total de ejemplares y muestras de 300 y 600 ejemplares por monte y sexo. Año 2001.

Tabla 33. Coeficiente, error estándar, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de alfonsino entre sexo y montes, tomando como referencia los machos y JF1. Año 2001.

Tabla 34. Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de alfonsino entre sexos y monte, para el total de ejemplares y muestras de 300 y 600 ejemplares por sexo y monte. Año 2001.

Tabla 35. Proporción sexual en las capturas de orange roughy por monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

Tabla 36. Proporción sexual en las capturas de alfonsino por monte. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

Tabla 37. Parámetros estimados de la relación longitud de horquilla (cm) peso total (g) de orange roughy por sexo y monte. Año 2001.

Tabla 38. Análisis de covarianza para probar el efecto principal Zona en el modelo relación longitud peso, en ejemplares machos de orange roughy. Año 2001.

Tabla 39. Análisis de covarianza para probar el efecto principal Zona en el modelo relación longitud peso, en ejemplares hembras de orange roughy. Año 2001.

Tabla 40. Coeficientes, error estándar, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación entre montes del modelo relación longitud peso para machos de orange roughy, tomando como referencia el monte JF1. Año 2001.

Tabla 41. Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación entre montes del modelo relación longitud peso para machos de orange roughy. Año 2001.

Tabla 42. Coeficientes, error estándar, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación entre montes del modelo relación longitud peso para hembras de orange roughy, tomando como referencia monte JF1. Año 2001.

Tabla 43. Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación entre montes del modelo relación longitud peso para hembras de orange roughy. Año 2001.

Tabla 44. Parámetros estimados de la relación longitud de horquilla (cm) peso total (g) de alfonsino por sexo y monte. Año 2001.

Tabla 45. Análisis de covarianza para probar el efecto de los factores principales Sexo y Zona en el modelo relación longitud peso, en alfonsino. Año 2001.

Tabla 46. Coeficientes, error estándar, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación entre montes y sexo del modelo relación longitud peso alfonsino, tomando como referencia el monte JF1 y el sexo machos. Año 2001.

Tabla 47. Número ejemplares empleados en el análisis del factor de condición de orange roughy por sexo, zona (monte) y año. Monitoreo de la pesquería 2000 y 2001.

Tabla 48. Análisis de covarianza para probar el efecto de los factores principales Año y Zona en el modelo lineal de condición biológica, en ejemplares machos de orange roughy.

Tabla 49. Suma de cuadrados residual y criterio *CIA* (s^2 (*Cp* + *n*)). Modelo lineal de condición biológica con interacción AÑO:ZONA, ejemplares machos de orange roughy.

Tabla 50. Análisis de covarianza para probar el efecto de los factores principales Año y Zona en el modelo lineal de condición biológica, en ejemplares hembras de orange roughy.

Tabla 51. Suma de cuadrados residual y criterio *Cp* (s^2 (*Cp* + *n*)). Modelo lineal de condición biológica con interacción AÑO:ZONA, en ejemplares hembras de orange roughy.

Tabla 52. Coeficientes estimados y errores estándar. Modelo lineal de condición biológica excluyendo el factor AÑO, en ejemplares machos de orange roughy.

Tabla 53. Coeficientes estimados y errores estándar. Modelo lineal de condición biológica excluyendo el factor AÑO, en ejemplares hembras de orange roughy.

Tabla 54. Clasificación taxonómica de las especies que conformaron la fauna acompañante de la captura comercial de orange roughy, temporadas de pesca 2001 y 2002.

Tabla 55. Número de ejemplares de orange roughy analizados histológicamente, por semana, monte y sexo. Período mayo-agosto, 2001 (PSI: Punta Sierra; BO: Bajo O'Higgins; JF: Juan Fernández).

Tabla 56. Número de muestras de orange roughy analizadas histológicamente, por monte y mes. Monitoreo de la pesquería 2001.

Tabla 57. Número de hembras de alfonsino analizadas histológicamente, por monte y mes. Monitoreo de la pesquería de orange roughy, 2001.

Tabla 58. Caracterización histomorfológica de los estadios madurez sexual de hembras de orange roughy.

Tabla 59. Caracterización histomorfológica de los estadios de madurez sexual de machos de orange roughy.

Tabla 60. Cuadro resumen del proceso de desove de orange roughy observado en los distintos montes por mes y semana, durante el 2001 (gris: sin evidencia de desove; achurado: período desove y blanco: sin muestras).

Tabla 61. Porcentaje de aciertos en la asignación macroscópica de los estadios de madurez de los ovarios de orange roughy.

Tabla 62. Porcentaje de aciertos en la asignación macroscópica de los estadios de madurez de los testículos de orange roughy.

Tabla 63. Caracterización histomorfológica de los estadios de madurez sexual de hembras de alfonsino.

Tabla 64. Número de ejemplares analizados para estimar la fecundidad de orange roughy, por área y mes. Año 2001.

Tabla 65. Estructura de tallas de la muestra analizada para estimar la fecundidad del orange roughy, por área. Año 2001.

Tabla 66. Número de ejemplares analizados y fecundidad total estimada por área y mes, 2001.

Tabla 67. Número de ejemplares analizados y fecundidad relativa estimada por área y mes, 2001.

Tabla 68. Análisis de varianza de la fecundidad estimada entre monte y agrupación de montes mediante el test de comparaciones múltiples de Scheffé. Año 2001.

Tabla 69. Fecundidad total y relativa estimada para el orange roughy en distintas áreas de Nueva Zelanda, Australia y Chile.

Tabla70. Distribución de los lances por estrato de profundidad, en cada uno de los sectores prospectados.

Tabla 71. Registros operacionales e índices de densidad de orange roughy. Crucero de prospección 2003.

Tabla 72. Composición por especie de las capturas obtenidas durante la pesca exploratoria de orange roughy.

Tabla 73. Capturas por especie obtenidas en los sectores explorados durante la pesca exploratoria de orange roughy.

Tabla 74. Índices de abundancia (kg/mn^2) para las principales especies capturadas durante la pesca exploratoria de orange roughy.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis histológico de las gónadas de orange roughy.

Anexo 2. Lances de pesca, crucero Abate Molina.

Anexo 3. Glosario de términos de identificación de montes submarinos.

Anexo 4. Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico en horas/hombre por actividad.

Anexo 5. Informe Final en PDF.

1. ANTECEDENTES

El orange roughy (***Hoplostethus atlanticus*** Collet 1889) es una especie de aguas profundas que presenta una amplia distribución geográfica en los océanos Atlántico, Indico y Pacífico, con una mayor abundancia en el hemisferio sur. Este recurso ha sido explotado a nivel mundial por más de 20 años; en particular destacan las pesquerías de Nueva Zelanda y Australia que se caracterizaron por un rápido desarrollo, alcanzando en un período muy corto niveles altos de captura, 50 mil toneladas en Nueva Zelanda y 40 mil toneladas en Australia. De la misma manera, en ambas regiones se produce una dramática declinación de las capturas, siendo más crítico en el caso de Australia. En los últimos años, las capturas globales han estado en torno a las 33 mil toneladas.

En general, una de las características de las pesquerías de orange roughy es que se inician muy localizadas y se expanden rápidamente a nuevas áreas de pesca las que son sucesivamente sobreexplotadas (Clark, 1999). Así las capturas transitoriamente altas que se observan en las principales regiones de pesca se mantienen mientras los montes o caladeros mas productivos que las constituyen se agotan sistemáticamente. En la actualidad se sabe que esta situación responde al hecho que este recurso tiene una muy baja productividad, con bajos rendimientos sustentables en el largo plazo (Mace ***et al.***, 1990; Clark ***et al.***, 2000; Annala ***et al.***, 2000). Los excedentes de producción son notablemente pequeños, inferior al 2% de la biomasa virginal (Clark & Tracey 1994.; Koslow ***et al.***, 1997; Annala ***et al.***, *op cit.*), y pueden dar lugar a una "explotación minera" del recurso, vale decir que para tasas de explotación normales para otras especies demersales el stock responde como si fuera un recurso no renovable (Young ***et al.***, 2000b).

En términos globales las evaluaciones de stock de orange roughy en Nueva Zelanda y Australia, muestran que las biomasas están en declinación y las capturas actuales en la mayoría de las zonas de pesca no son sustentables en el largo plazo. Se aprecia que en todas las áreas las biomasas se han reducido más allá del nivel definido como límite para este recurso (30% de la biomasa virginal), registrándose la casi extinción del recurso en algunos caladeros, lo que ha motivado el cierre de pesquerías.

Los primeros antecedentes de la presencia de orange roughy en Chile corresponden a registros obtenidos en los cruceros JAMARC-IFOP realizado entre 1977 y 1979 en la zona sur austral del país (Bahamonde, com. pers; Nakamura ***et al***., 1986). A fines de la década de los 80, en cruceros exploratorios realizados en el B/F San Rafael, nuevamente se detectó la presencia del recurso entre las latitudes 38° 00' S y 41° 30' S (Smith, com. pers, 1998). Leiva ***et al***., (1997) reportan la captura de ejemplares de orange roughy en aguas exteriores entre los paralelos 40° y 45° S. Posteriormente, en 1998 en una exploración realizada por IFOP en el marco del proyecto FIP N° 98-05, se detectó la presencia de orange roughy en el Archipiélago de Juan Fernández, Bajo O'Higgins y en las cercanías de la Isla Mocha (37° 50' S - 74° 06' W) (Lillo ***et al***., 1999). En el año 2000 se reporta captura en la zona de Punta Sierra (31°12' S – 71°49' W) (Young ***et al***., 2000b). Sobre esta base, la distribución del orange roughy en Chile está registrada entre los paralelos 31°10' S y 45° S.

El orange roughy comenzó a ser explotado en 1999 bajo un Régimen de Pesquerías de Desarrollo Incipiente, con una cuota anual de captura del orden de las 1500 toneladas anuales. En la primera temporada de pesca, la actividad estuvo focalizada básicamente en cuatro montes submarinos del Archipiélago de Juan Fernández, con incursiones a pequeña escala en la zona del Bajo O'Higgins en dos montes submarinos. En la temporada 2000, si bien el esfuerzo de pesca

continuó centrado en Juan Fernández adquiere mayor importancia el Bajo O'Higgins y se incorpora una nueva zona de pesca, Punta Sierra, localizada a 135 m.n. al NE del Bajo O'Higgins. De acuerdo a las bitácoras de pesca analizadas las capturas alcanzaron las 730 toneladas en 1999 y superaron las 1500 toneladas en el 2000.

2. OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis biológico-pesquero de las capturas de orange roughy en la flota pesquera que opera en las principales áreas de pesca y prospectar nuevos caladeros en áreas probables de pesca.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.1. Caracterizar la flota pesquera, cuantificar la magnitud y distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca aplicado al recurso orange roughy.

3.2. Monitorear la actividad pesquera, determinando la estructura de tallas y condición biológica de la captura del recurso en estudio y de las principales especies que constituyen fauna acompañante.

3.3. Caracterizar la condición reproductiva del orange roughy en las distintas áreas de pesca.

3.4. Realizar una pesca exploratoria de nuevas áreas probables de pesca de orange roughy.

4. METODOLOGÍA

Área de estudio y datos

El área de estudio corresponde a la zona de la pesquería de orange roughy, que cubre entre los paralelos 31°10' S y los 33°50' S, donde se localizan las tres principales áreas de pesca, Juan Fernández, Bajo O'Higgins y Punta Sierra (**Figura 1**). Además, a través de una pesca exploratoria se prospectó el área comprendida entre las latitudes 37° 48'S a 41° 09'S (**Figura 2**).

Los datos utilizados provienen de dos fuentes, 1) del monitoreo de la pesquería de orange roughy que se desarrolló entre mayo y agosto de 2001 y se relacionan por una parte, con el régimen operacional de las embarcaciones, registrado a través de las bitácoras de pesca y por otra parte, con el muestreo biológico de la captura; 2) datos recopilados en la pesca exploratoria realizada por el buque Abate Molina, entre el 18 y 28 de julio de 2003.

4.1. Caracterizar la flota pesquera, cuantificar la magnitud y distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca aplicado al recurso orange roughy

4.1.1. Composición de la flota y régimen operacional

Dado que en la pesquería de orange roughy participó un número reducido de embarcaciones y la temporada de pesca se restringió al período mayo-agosto, se realizó un censo de viajes, cubriendo cada uno de ellos con un observador a bordo. Se recopilaron las bitácoras de pesca, donde se registró la siguiente información:

- Barco, Crucero, Lance
- Año, Mes, Día
- Latitud y longitud de inicio del arrastre
- Hora de inicio del arrastre
- Latitud y longitud final del arrastre
- Hora fin del arrastre
- Profundidad
- Velocidad de arrastre
- Temperatura del fondo
- Dirección e intensidad del viento
- Tipo de arte de pesca
- Especies
- Captura

Se obtuvo información acerca de las características de la flota, en términos del número y tamaño de las embarcaciones (eslora, capacidad de bodega, potencia etc.). En relación con el arte de pesca, hubo serias restricciones para obtener datos sobre las redes, dado el carácter de confidencialidad que le asignan al diseño de éstas; no obstante, se entregan algunas características generales.

Con esta información, se describe y analiza el régimen operacional de la flota en función a las siguientes características:

a) Puerto Base de operación
b) Ubicación de las áreas de pesca
c) Operación

- Número de viajes al año
- Días de operación

- Días de pesca por viaje
- Duración del viaje
- Número de lances por viaje
- Captura por lance
- Captura por viaje
- Captura anual
- Tiempo de arrastre promedio por lance

4.1.2. Captura y esfuerzo de pesca

La captura y el esfuerzo de pesca se obtuvieron de las bitácoras de pesca que recopilaron los muestreadores a bordo de las naves. En consecuencia en este estudio la información de captura y esfuerzo tuvo un carácter censal.

La unidad básica que se emplea para describir el esfuerzo de pesca corresponde al lance de pesca, pero también se utilizó el tiempo de arrastre. Esta última unidad tiene la limitación que no está estandarizada en la bitácora de pesca, ya que en algunos lances se reportó el tiempo efectivo de arrastre, que en general es bastante reducido, y en otros el tiempo que la red permaneció en el agua.

Esta información se analiza por especie, espacial y temporalmente y por estrato de profundidad. Entregándose la información tabulada y en representaciones gráficas.

Se realizó una cartografía de la distribución espacial del esfuerzo (lances) por monte, mediante módulos del programa Surfer 8.0. Por intermedio del método kriging y utilizando información hidroacústica de fondo, obtenida en los cruceros de prospección de orange roughy, se generaron las cartografías de topografía de fondo de los montes JF1, JF2, JF3 y JF4, BO2 y PSI. Sobre esta cartografía fue

superpuesta la información de posición geográfica media de los lances de pesca efectuados por la flota industrial durante los años 1999 a 2001.

4.1.3. Niveles de mantención y procesamiento

Con el fin de determinar la capacidad instalada para la elaboración de productos a partir del recurso orange roughy, así como conocer los estándares de calidad del producto terminado, se recopiló información en terreno y además, se aplicó una encuesta a las plantas elaboradoras de Talcahuano de la VIII Región que procesan este recurso. La encuesta incorporó los siguientes ítems:

- Aspectos de infraestructura.
- Aspectos Comerciales.
- Principales Mercados de exportación.
- Estándares de calidad para productos de orange roughy.
- Producción de orange roughy.

Esta encuesta se aplicó a tres plantas de proceso: Pesquera el Golfo S.A. , Congelados del Pacifico y Pesquera Grimar S.A..

4.1.4. Rendimiento de producción

Se realizó una experiencia para estimar el rendimiento de producción de filete con piel y filete sin piel. Para este efecto, en las plantas de proceso se tomaron 10 muestras aleatorias de orange roughy, donde la unidad de muestreo correspondió a una caja de 15 kilos de materia prima con una capacidad entre 5 a 8 ejemplares.

Las muestras fueron pesadas e introducidas a la línea de proceso de filete, posteriormente se pesaron los productos finales, filetes con piel y sin piel.

Estimador del rendimiento de producción

Para estimar el rendimiento se empleó un estimador de razón

$$\hat{R}_p = \frac{\sum_{i=1}^{n} Wp_i}{\sum_{i=1}^{n} Wmp_i}$$

Estimador de la varianza de $\hat{R}_p$

$$\hat{V}(\hat{R}_p) = \frac{1}{n\bar{W}p^2} \frac{\sum_{i=1}^{n} (Wp_i - \hat{R}_p \cdot Wmp_i)^2}{n-1}$$

donde:

$\hat{R}_P$: Estimador del rendimiento de producción

Wp : Peso producto final

Wmp : Peso materia prima

4.1.5. Canales de distribución y comercialización

Para caracterizar el mercado y los canales de distribución de este recurso se realizó un seguimiento de la producción, exportación y canales de distribución del recurso orange roughy nacional. La información se obtuvo de los informes estadísticos del Servicio Nacional de Pesca y el Servicio Nacional de Aduanas, a partir de la cual se identifican los países de destino, precios y tipo de producto que se está comercializando.

Se efectuó además un análisis general del mercado mundial de orange roughy, mediante el estudio y revisión de la información secundaria, utilizando como fuentes revistas especializadas en la materia, e informes estadísticos de captura, producción, importación, exportación y precios de orange roughy por país (FAO, Globefish, Infopesca y otros de origen nacional).

4.2. Monitorear la actividad pesquera, determinando la estructura de tallas y condición biológica de la captura del recurso en estudio y de las principales especies que constituyen fauna acompañante

Durante el monitoreo de la pesquería del recurso orange roughy se recopiló información básica respecto a la biología de este recurso y del alfonsino. Se realizaron muestreos de longitud y muestreos biológico específicos de la captura a bordo de las embarcaciones y también en las plantas procesadoras. Las medidas estándares registrada a los peces examinados fueron: longitud horquilla y pesos (total, eviscerado y de gónadas), sexo, estado de madurez sexual (EMS) (**Tabla 1** y **2**); además, se le extrajeron otolitos y gónadas al orange roughy y alfonsino, las que fueron fijadas en formalina al 10% tamponada.

A partir de esta información se estimó la estructura de tallas de la captura, tallas medias, proporción sexual, relación longitud-peso, índice gonádico y se caracterizó la fauna acompañante.

Notación

Índices:

i : Viaje $i = 1,2,\ldots,n,\ldots,N$

j : Lance $j = 1,2,\ldots,m,\ldots,M$

k : Longitud del ejemplar k = 1,...,K

s : Sexo s = 1 (macho) , 2 (hembra)

Variables y Parámetros:

N : Número de viajes totales.

n : Número de viajes en la muestra.

y : Captura del lance.

Y : Captura del viaje.

m : Número de lances muestreados por viaje

M : Número total de lances por viajes.

n* : Número ejemplares en la muestra.

N* : Número de ejemplares en la captura.

$\hat{p}_k$: Estimador de la proporción a la talla en la captura.

$\hat{p}_s$: Estimador de la proporción sexual

l : Longitud de horquilla del ejemplar.

$\hat{\bar{l}}$: Estimador de la longitud promedio.

$I\hat{G}S$: Estimador del índice gonadosomático.

wc : Peso corporal (sin vísceras) de un ejemplar.

wg : Peso gónadas de un ejemplar.

4.2.1. Estructura de tallas de la captura

Estimador de la estructura de talla por sexo y monte

La estimación de la estructura de tallas responde a un diseño de muestreo por conglomerados en tres etapas, dentro de un estrato o dominio de estudio, las etapas corresponden a viajes, lances y ejemplares.

$$\hat{p}_k = \sum_{i=1}^{n} \frac{Y_i}{Y_0} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{y_{ij}}{Y_{0i}} \hat{p}_{ijk}$$

donde,

$$\hat{p}_{ijk} = \frac{n^*_{ijk}}{n^*_{ij}} \qquad Y_0 = \sum_{i=1}^{n} Y_i \qquad Y_{0i} = \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}$$

Estimador de la varianza del estimador $\hat{p}_k$

$$\begin{aligned}\hat{V}\left[\hat{p}_k\right] = & \left[1-f_1\right] \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{Y_i^2}{\overline{Y}^2} \frac{\left[\hat{p}_{ik}-\hat{p}_k\right]^2}{n-1} + \\ & \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^{n} \frac{Y_i^2}{\overline{Y}^2}\left[1-f_{2i}\right] \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{y_{ij}^2}{\overline{y}_i^2} \frac{\left[\hat{p}_{ijk}-\hat{p}_{ik}\right]^2}{m_i-1} + \\ & \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^{n} \frac{Y_i}{\overline{Y}^2} \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{y_{ij}^2}{\overline{y}_i^2}\left[1-f_{3ij}\right] \frac{\hat{p}_{ijk}\left[1-\hat{p}_{ijk}\right]}{n_{ij}-1}\end{aligned}$$

$$f_1 = \frac{n}{N} \qquad f_{2i} = \frac{m_i}{M_i} \qquad f_{3ij} = \frac{n^*_{ij}}{N^*_{ij}} \qquad \hat{p}_{ik} = \sum_{j=1}^{m_i} \frac{y_{ij}}{Y_{0i}} \hat{p}_{ijk}$$

4.2.2. Comparación de las estructuras de talla

Para comparar las distribuciones de talla entre sexos y montes se utilizó un procedimiento estadístico que ha sido diseñado para comparar distribuciones multinomiales, corresponde al uso de un modelo lineal generalizado (GLM), aplicando regresión logística ordinal.

En el modelo de distribución de longitudes la variable respuesta es de tipo categórica, entonces la teoría basada en GLM puede ser utilizada, realizando una generalización de la regresión logística para respuestas dicotómicas (Dobson, 2002). Con esta generalización es posible hacer uso de todas las herramientas de la inferencia existente para este tipo de modelo.

El modelo utilizado corresponde Modelo Logit de Razón Continua (Continuation ratio logit), que está definido como sigue:

$$\Omega : P_k^* = \log\left(\frac{P_k}{P_{k+1} + \ldots + P_K}\right) = \mathrm{x}_k^T \beta_k$$

donde se modela la proporción de la respuesta que está en la categoría k, condicionada a todas las superiores k+1,…,K. (Rindorf & Lewy, 2001; Dobson *op. cit.*).

El modelo propuesto permite docimar simultáneamente el efecto de los factores a través del estadístico de Wald, con la prueba χ^2 de significancia. Las hipótesis acerca de los parámetros $\hat{\beta}$, pueden ser probadas usando la distribución muestral aproximada del estimador máximo verosímil o equivalentemente el estadístico de Wald, y tiene como finalidad determinar si los coeficientes asociados son distintos o iguales de cero y por ende si las distribuciones difieren o no del sexo o monte de referencia (Glantz & Slinker,1990, Venables & Ripley, 1997).

4.2.3. Talla media por sexo y monte

Estimador de la talla promedio

$$E(l) = \hat{\bar{l}} = \sum_{k=1}^{K} l_k \hat{p}_k$$

Estimador de la varianza del estimador $\hat{\bar{l}}$

$$\hat{V}(\hat{\bar{l}}) = \sum_{k=1}^{K} l_k^2 \hat{V}(\hat{p}_k)$$

4.2.4. Proporción sexual por monte

El estimador de la proporción sexual, es similar al propuesto para estimar la proporción a la talla.

$$\hat{p}_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{Y_i}{Y_0} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{y_{ij}}{Y_{0i}} \hat{p}_{ijs}$$

para el estimador de la varianza, ver pto. 4.2.1.

4.2.5. Relación longitud peso

El modelo usado para describir la relación longitud peso es una función alométrica de la forma $W = aL^b$, donde W es peso, L la longitud, “a” y “b” son parámetros. Para estimar los parámetros del modelo, la relación fue linealizada mediante una transformación log, dando lugar al siguiente modelo:

$$\log W = \log(a) + b \log L$$

A partir del total de datos de peso y longitud se estimaron los parámetros del modelo, usando el algoritmo de cálculo de mínimos cuadrados.

Las relaciones longitud peso entre montes fueron comparadas. Para esto se supuso que la variable dependiente (peso), además de estar influenciada por la longitud, varía en función de la zona, por lo que se incorporó en el modelo como variable cualitativa. Se asume que esta variable podría afectar los coeficientes de los interceptos y de las pendientes, de esta manera el modelo propuesto es el siguiente:

$$y_i = \alpha_0 + \beta_0 l_i + \alpha_1 Z_1 + \alpha_2 Z_2 + \ldots + \alpha_{t-1} Z_{t-1} + \beta_1 \left(l_i Z_1 \right) + \beta_2 \left(l_i Z_2 \right) + \ldots + \beta_{t-1} \left(l_i Z_{t-1} \right) + \varepsilon_i$$

con i = 1, … , n; donde Z representa la zona, expresada en términos de una variable dummy con más de una categoría posible, la cual asume valores “cero o uno”. Es decir, la variable dummy asociada al tiempo “Z_t” toma el valor “uno” si la observación corresponde al nivel o categoría “t” y el valor “cero” en otro caso. En el modelo se debe incorporar un número de variables dummy iguales al número total de categorías del factor menos uno.

El modelo propuesto permite docimar simultáneamente los coeficientes diferenciales de los interceptos y pendientes a través de un análisis de covarianza (ANCOVA), con la prueba F de significancia. Otra metodología, es el uso de la prueba t de significancia individual de los coeficientes de la regresión, que tiene como finalidad determinar si los coeficientes asociados son distintos o iguales de cero y por ende si las regresiones difieren o no de la zona de referencia (Neter ***et al***., 1990; Glantz y Slinker, *op. cit*.; Venables & Ripley, *op. cit.*).

En el ANCOVA se utilizó la suma de cuadrado tipo III, debido al desbalance de los datos (tamaños de muestra diferentes por mes), procedimiento incorporado en los software SPSS y Splus. Este tipo de suma de cuadrados tiene la ventaja de ser invariante con respecto a los tamaños de muestra.

4.2.6. Factor de condición por sexo y monte

La variación interanual y espacial en la condición somática de orange roughy, se estudió a partir de muestras recolectadas por personal embarcado desde las capturas comerciales realizadas entre los años 2000 y 2001.

La condición fue evaluada utilizando un modelo lineal, el que se obtuvo aplicando logaritmo a la relación potencial entre la longitud y el peso (Patterson, 1992):

$$\log_e(W_i) = a[0] + a[factor] + b\log_e(LH_i) + e_i$$

donde *a*[0] es el intercepto general y $e^{(a[factor])}$ es la media geométrica *K* ($W_i/\hat{W}$) para un nivel dado del *factor* de interés. El modelo lineal así especificado, estima una pendiente general, pero permite además estimar diferentes interceptos para los distintos niveles de los *factores* de interés. Estos corresponden, en este caso, al año [T = 2000, 2001] y la zona (monte) [Z = JF1, JF2, JF3, JF4, BO1, BO2, PS], de esta forma el modelo propuesto es el siguiente:

$$\log(W_{kji}) = a + b\log(LH_i) + \alpha_1 Z_1 + ... + \alpha_7 Z_7 + \delta_1 T_1 + \delta_2 T_2 + \varphi_{kj} Z_k T_j + \varepsilon_{kji}$$

donde α y δ corresponden a los coeficientes diferenciales de los interceptos para cada zona y año en comparación, respectivamente. La codificación de los factores se realizó mediante una codificación de efectos u ortogonal (Glantz y Slinker, *op. cit*) y la estimación de los parámetros del modelo, se realizó utilizando mínimos cuadrados.

A causa de posibles diferencias en los procesos biológicos que afectan la condición (crecimiento, reproducción, alimentación, *etc*), el análisis se realizó por sexo.

Para examinar la propiedad de incluir un predictor en un determinado modelo, se utilizó el Criterio de Información de Akaike (*CIA),* como la versión máximo verosímil de la estadística *Cp* ($CIA = s^2 (Cp + n)$) y la Suma de Cuadrados Marginal o Tipo III.

4.2.7. Fauna acompañante

Las muestras analizadas provienen de los registros de fauna acompañante realizados por técnicos embarcados en naves de la flota comercial y abarcan las temporadas de pesca 2001 y 2002. La captura de orange roughy registra una alta dominancia como especie objetivo en términos de peso y por tanto, el registro de fauna requiere un esfuerzo dirigido más bien que una selección aleatoria de la muestra. De este modo las muestras corresponden a un registro de todas las especies posibles de detectar durante el proceso de manipulación de la captura. El registro de datos corresponde a información de presencia y ausencia de componentes de la fauna que cubren 20 viajes de pesca realizados durante la temporada 2001 y 44 viajes de pesca realizados durante el 2002.

El estudio de la fauna acompañante de esta pesquería es una actividad aún en desarrollo, en vista que algunas de las especies registradas continúan en proceso de determinación. Además a medida que se desarrolla la pesquería, se continúan registrando nuevas especies. En el caso de peces, las especies registradas fueron identificadas por el Dr. Germán Pequeño del Instituto Ernst F. Kilian de la Universidad Austral de Chile (2001), en el marco de la actividad conjunta con el proyecto de seguimiento de la pesquería, financiado por la Subsecretaría de Pesca. En las especies de otros grupos zoológicos, su identificación ha sido realizada mediante el uso de claves de identificación disponibles en la literatura. En algunos casos no fue posible determinar los componentes de la fauna a nivel

específico, en tal situación se indicó el grupo taxonómico de mayor resolución posible (género o familia).

Se realizaron comparaciones entre zonas (montes) para los años 2001 y 2002. Para este efecto los datos de presencia y ausencia de los componentes de la fauna acompañante por zona, se organizaron en una matriz (especies, zonas), la que posteriormente fue empleada para establecer comparaciones multivariadas entre las entidades (zonas), mediante el análisis de sus atributos (especies). Consecuentemente, se construyeron dos matrices, una para cada año de estudio.
A partir de la matriz de datos descrita, se construyó una nueva matriz con las distancias entre zonas, utilizando como medida de distancia (*D*) el complemento del Coeficiente de Similitud de Jaccard (*JI*) (Legendre & Legendre, 1983 *fide* Ludwig & Reynolds, 1988):

$$D = 1 - JI$$

$$JI = \frac{a}{a + b + c}$$

donde:

a : Número de especies presentes en ambas zonas.
b : Número de especies presentes en la zona 1, pero no en la zona 2.
c : Número de especies presentes en la zona 2, pero no en la zona 1.

Posteriormente se efectuó una clasificación de las entidades comparadas (zonas), mediante un análisis de cluster, que realizó una aglomeración de estos objetos en pasos sucesivos a partir de la matriz de distancias (Ludwig & Reynolds, *op. cit*.). En el algoritmo de cluster se utilizó la modalidad de agrupación *UPGMA* (Unweighted pair – group method with arithmetic averages).

Como una manera de facilitar la apreciación de las diferencias reconocidas entre zonas, a partir de la matriz de distancias se construyó además un “mapa” de dos dimensiones, mediante la técnica de Escalamiento Multidimensional no Métrico (Manly, 1994). Este método iterativo comienza con una configuración inicial de las entidades comparadas en un sistema de coordenadas, las que luego son movidas al interior de esta configuración, de modo que el orden mediante rangos de los objetos, se aproxime lo más posible a las similitudes de la matriz de distancias.

Los datos empleados corresponden a muestreos realizados a partir de una pesca dirigida a orange roughy y consecuentemente el uso de técnicas empleadas en estudios comunitarios, sólo busca establecer comparaciones entre zonas de pesca mediante un método objetivo y no constituye un estudio de la comunidad que integra el recurso objetivo.

4.3. Caracterizar la condición reproductiva del orange roughy en las distintas áreas de pesca

Para la caracterización reproductiva del orange roughy se realizaron análisis microscópicos (histológico) y macroscópicos de las gónadas, este último mediante el análisis de la distribución de frecuencia del tamaño de los ovocitos y el cálculo del índice gonadosomático.

4.3.1. Análisis microscópico

El estudio histológico consistió en analizar los elementos tisulares del tejido gonadal de muestras seleccionadas, las que habían sido preservadas a bordo en formalina al 10% tamponada, con la finalidad de minimizar los procesos degenerativos (Hunter, 1985). En el laboratorio se utilizaron técnicas histológicas de rutina obteniéndose cortes de 5 μm de espesor correspondientes a

submuestras de 3 mm de grosor (región central de la gónada) postfijadas en solución Bouin e incluidas en paraplast, las que se colorearon con hematoxilina de Harris-eosina y se montaron con entellán.

La utilización de técnicas histológicas permitió caracterizar el desarrollo del ovario y testículo, logrando diagnosticar los diferentes estadios de madurez sexual (EMS) y por otra parte, validar las escalas macroscópicas y microscópica de madurez de orange roughy propuestas por Young ***et al***. (2000a).

Se analizaron los estadios gonadales de machos y hembras en períodos semanales por monte, con el propósito de caracterizar la condición biológica reproductiva y precisar el período de desove del orange roughy.

4.3.2. Análisis macroscópico

Se utilizaron técnicas macroscópicas para monitorear la actividad reproductiva del orange roughy, mediante la variación mensual del índice gonadosomático y la clasificación macroscópica de las gónadas en los diferentes estadios de madurez sexual, los que fueron validados a través de criterios microscópicos.

Porciones de tejido ovárico de ejemplares con distintos estadios de madurez sexual (EMS), fueron procesadas mediante un aparato de tamices con la finalidad establecer la distribución de frecuencia de los diámetros de los ovocitos en el ovario, evitando la distorsión en los tamaños que se produce por el procesamiento histológico. Este análisis permite caracterizar la evolución del crecimiento del folículo subyacente al proceso de maduración ovárica de orange roughy.

Estimador del Índice gonadosomático

El índice gonadosomático (IGS) se determinó a partir de la relación existente entre el peso de la gónada y el peso eviscerado de los ejemplares recolectados, según la siguiente expresión:

$$\hat{IGS} = \frac{\sum_{v=1}^{n^*} wg_v}{\sum_{v=1}^{n^*} wc_v}$$

Estimador de la varianza del estimador $\hat{IGS}$

$$\hat{V}(\hat{IGS}) = \left(1 - \frac{n^*}{N^*}\right) \frac{1}{n^* \overline{wc}_v^2} \frac{\sum_{v=1}^{n^*} (wg_v - \hat{IGS} \cdot wc_v)^2}{n^* - 1}$$

donde,

$$\overline{wc} = \frac{1}{n^*} \sum_{v=1}^{n^*} wc_v$$

4.3.3. Fecundidad

El análisis histológico permitió seleccionar una muestra de hembras sexualmente maduras, para estimar la fecundidad del orange roughy. Los ovarios seleccionados contenían un gran número de ovocitos en estado avanzado de desarrollo, pero sin evidencia de desove (folículos postovulatorios). Para el cálculo de la fecundidad total se contabilizaron todos los ovocitos contenidos en la moda avanzada, que alcanzaron un tamaño de 0,9 a 2,8 mm de diámetro.

Los ovarios fueron pesados y una submuestra de 1 g fue removida de la porción anterior, media y posterior, asegurando un mínimo de 100 ovocitos en la muestra. Las submuestras fueron disectadas manualmente para liberar los ovocitos del estroma ovárico. Los ovocitos liberados se submuestrearon mediante un aparato

de tamices. Dado el gran tamaño de los ovocitos, éstos fueron contados manualmente usando una lupa. Se realizaron mediciones del diámetro de 10 ovocitos seleccionados al azar de cada muestra.

La fecundidad total del ovario se calculó como un promedio de la fecundidad de las tres submuestras, las cuales se obtuvieron multiplicando el número de ovocitos por gramo por el peso total del ovario según la siguiente expresión:

$$F = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{H_i}{WS_i} \cdot W_0$$

donde:

F : Fecundidad

H_i : Número de ovocitos en la submuestra i

WS_i : Peso de la submuestra i

W_o : Peso del ovario

n : Número de submuestras

Se ajustó una regresión lineal simple para los datos de fecundidad y el peso total de las hembras. La fecundidad relativa, que se expresó como número de ovocitos por kilo de peso corporal, fue comparada entre montes, a través de un análisis de varianza.

4.4. Realizar una pesca exploratoria de nuevas áreas probables de pesca de orange roughy

4.4.1. Período y área de la prospección

La prospección se realizó entre el 18 y 28 de julio de 2003, explorando el área comprendida entre las latitudes 37° 48'S (sur Punta Morguilla) a 41° 09'S (caleta Hueicolla).

Los lugares explorados tanto acústicamente como con lances de pesca, se definieron sobre la base de información batimétrica de las cartas "Chilean Predicted Bathymetry" desarrolladas por Seabed Mapping New Zealand Ltda, las cuales entregan una aproximación de las características batimétricas de la zona. Asimismo se consideraron los antecedentes reportados por Lillo ***et al***. (1999), Leiva ***et al***. (1997) y los aportados por Smith (coms. pers, 1998).

4.4.2. Embarcación y arte de pesca

Para el desarrollo del estudio se empleó el buque científico "Abate Molina" y se utilizó una red de arrastre de fondo tipo Arrow trawl (**Figura 3**), similar a la empleada en la pesquería de orange roughy en Nueva Zelanda y en el proyecto FIP N° 98-05 (Lillo ***et al***., *op. cit*.), en el cual se detectaron áreas de abundancia de este recurso en los alrededores del Archipiélago de Juan Fernández.

La longitud de relinga de la red alcanza un total de 29,7 metros, una extensión desde la punta de alas al inicio del túnel de 51,2 metros y el tamaño de malla fluctúa entre 240 mm en la sección delantera de la red y 100 mm en la sección del túnel. Las malletas y los estándares tienen una longitud de 48 metros cada uno.

La operación de la red fue monitoreada con el sistema ITI de Simrad, que cuenta con sensores de altura de boca, abertura de portalones y punta de alas.

Durante la prospección la altura de la boca de la red varió entre 3,0 y 4,5 m y la abertura de punta de alas entre 27,4 y 35,3 metros. La velocidad de arrastre fluctuó entre 2,6 y 3,1 nudos, siendo la duración máxima de los lances de 30 minutos.

4.4.3. Diseño de la prospección

A. Muestreo acústico

En cada uno de los sectores seleccionados, se realizó un track acústico con transectas paralelas en el sentido norte-sur, para luego continuar con este mismo diseño en el sentido este–oeste (**Figura 4**). La separación entre transectas en la zona de montes fue de 0,25 mn; en tanto, en las zonas planas varió entre 0,5 y 2,0 mn dependiendo de las características (extensión) del área. Esta etapa permitió detectar la configuración del fondo, la ubicación de la cima de la montaña y la existencia de registros acústicos, estos antecedentes fueron utilizados para determinar la posición de los lances de pesca. En los montes además se realizó track del tipo estrella (Doonan ***et al***., 2001) (**Figura 5**), el cual estaba orientado a precisar la posición de las agregaciones detectadas, este track se realizó cuando las condiciones de tiempo lo permitieron.

La prospección acústica se realizó con un ecosonda científico Simrad EK500 conectado a un transductor split beam de 38 KHz, modelo ES38B instalado en la quilla del B/C “Abate Molina” (Simrad, 1991). Se utilizó una frecuencia de sondeo de 38 KHz con una potencia de transmisión de 4 KW, a una tasa de sondeo de 2,8 segundos/ping aproximadamente. La profundidad normal de sondeo fue de 1.500 metros aumentando a 1.750 metros en lugares más profundos.

Los datos de posición geográfica y profundidad del fondo, fueron capturados por el programa Echolog, grabándose los datos de profundidad georreferenciados a través del programa EK-500.exe, desarrollado por IFOP (Espejo, ***et al.,*** 1997). Posteriormente, los datos fueron procesados con el programa Echoview, versión 2.20 (SonarData, 2001).

B. Muestreo con lances de pesca

Posterior al levantamiento acústico, se realizaron lances de pesca dirigidos a identificar los registros detectados, estimar índices de abundancia, caracterizar la zona de pesca en términos de extensión y la condición biológica del recurso.

Esta actividad se realizó aún cuando no se detectaron agregaciones sobre el fondo, debido a que la especie sólo es posible detectarla acústicamente cuando se encuentra agrupada en altas densidades.

4.4.4. Análisis de la información batimétrica

La información de batimetría proviene de la prospección hidroacústica. Esta información fue interpolada a toda el área de prospección por sector, mediante la utilización del módulo kriging del programa Surfer 8.0. Con el fin de incluir la variabilidad espacial e incorporar la varianza propia de las estructuras espaciales, se utilizaron variogramas experimentales para la interpolación de la cartografía.

Para dicho proceso se ocupó el módulo VARIOGRAM del programa Surfer 8.0, a los cuales se aplicó una grilla polar omnidireccional. Esta grilla no es desplegable e incorpora la distancia y ángulo de separación de cada par de datos, los que son calculadas de acuerdo a:

Distancia : $$h = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

Ángulo : $$\vartheta = \arctan\left[\frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)}\right]$$

Donde:

X_{1y2} : Longitud en grados

Y_{1y2} : Latitud en grados

El variograma experimental resultante considera sólo aquellos pares de datos cuya distancia de separación es menor a la distancia máxima de búsqueda y cuyo ángulo de separación está entre 0° y 180°.

Para obtener los variogramas adecuados, se realizaron diversas pruebas, con diferentes distancias máximas de búsqueda, con las cuales se obtuvieron los mejores parámetros a utilizar. Una vez construidos los variogramas y ajustados los modelos, éstos fueron aplicados en el proceso de interpolación, generando las grillas correspondientes, con una resolución espacial de 0,5 mn. Posteriormente, éstas fueron importadas por el programa IDRISI para Windows 2.0 (Eastman, 1997), mediante los cuales se calcularon las áreas de extensión de los sectores, así como otras áreas de interés.

4.4.5. Índices de abundancia relativa

La abundancia relativa de las especies, se estimó a partir de los datos de la captura y el esfuerzo obtenidos en los diferentes lances de pesca (Gunderson, 1993), basado en el supuesto de la existencia de proporcionalidad entre la captura observada por unidad de área barrida por un arte de muestreo (red de arrastre) y el área de estudio.

Los valores de densidad por lance ($C.P.U.E.$) fueron estandarizados al área de una milla náutica^2 mediante la expresión:

$$C.P.U.E._{(j)} = \frac{C_j}{E_j} = \frac{C_j}{T_j * V_j * (AP)}$$

donde:

$C.P.U.E._j$	:	Captura por unidad de esfuerzo del lance "j" (t /milla náutica^{-2})
C_j	:	Captura del lance "j" (toneladas)
E_j	:	Esfuerzo del lance "j" (milla náutica)^2
T_j	:	tiempo de arrastre del lance "j" (horas)
V_j	:	velocidad de arrastre del lance "j" (nudos)
AP	:	abertura entre punta de alas de la red (millas náuticas).

4.4.6. Distribución espacial de los principales recursos reportados en los lances de pesca

La cartografía de la distribución espacial de la captura por unidad de área (Kg/mn²), de los recursos encontrados en el presente crucero fue realizada mediante el programa Surfer 8.0. Para favorecer el estudio visual, las imágenes se reclasificaron en clases de valores asociados a una escala de colores. Para ello se utilizó un criterio de percentiles cada 25%, con el fin de distribuir homogéneamente la captura por unidad de área.

El mapeo de cada recurso incluyó la superposición de un vector de costa, obtenido de las Cartas Náuticas Electrónicas (CNE), del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), 1era Edición- enero del 2000.

5. RESULTADOS

Toma de datos

La toma de datos se coordinó desde Talcahuano, puerto que centralizó la operación de la flota que participó de la extracción de orange roughy durante el 2001. La temporada de pesca comenzó el primero de mayo y simultáneamente la toma de datos, la cual tuvo una cobertura censal de viajes hasta mediados de agosto, fecha en que finalizó la pesquería de orange roughy. Esta cobertura fue posible de alcanzar, dado el hecho que existió un acuerdo marco entre la SUBPESCA y los usuarios de la pesquería, lo que facilitó el embarque de muestreadores.

En la **Tabla 3** se sintetizan los viajes de la flota que participó en la pesquería de orange roughy, indicándose el número de lances, captura y número de ejemplares medidos en cada uno de ellos. En total se controlaron 29 viajes con observadores a bordo, y un viaje de una embarcación que salió al alfonsino y capturó 6 t de orange roughy, las que fueron muestreadas en la planta de proceso. De acuerdo a estas observaciones se desembarcaron 2114 t de orange roughy y se muestrearon 36 879 ejemplares; en estos mismos viajes se desembarcaron 1590 t de alfonsino y se analizaron 26 302 ejemplares.

5.1. Caracterizar la flota pesquera, cuantificar la magnitud y distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca aplicado al recurso orange roughy

5.1.1. Marco administrativo

La unidad de pesquería de orange roughy (***Hoplostethus atlanticus***), en 1998 fue declarada en Régimen de Pesquería en Desarrollo Incipiente en toda la Z.E.E. correspondiente al litoral continental e insular de Chile (D.S., MINECON, N° 538). En este marco y con el objeto de dar cumplimiento a las disposiciones de la Ley General de Pesca y Acuicultura, anualmente se ha establecido una cuota de captura parcializada por áreas, que en 1999 fue de 1500 toneladas (D. Ex., MINECON, N° 507, 1998) y en el 2000 de 1580 toneladas (D. Ex. MINECON N° 538, 1999). Esta cuota en el 2001 se incrementó a 2140 toneladas (D. Ex. MINECON N° 382 de 2000) y se distribuyó en tres áreas de la siguiente forma:

Area A: 1440 toneladas. Esta área, donde se ha concentrado básicamente la pesquería de orange roughy, está compuesta por las siguientes subáreas:

1. Subárea de Juan Fernández, comprendida entre los paralelos 33°15’ S. y 34° S. y entre los meridianos 76°30’ W. y 78°40’ W
2. Subárea de Bajo O’Higgins comprendida entre los paralelos 32°45’ S. y 33°35´S. y entre los meridianos 73°35’ W. y 74°00’ W.
3. Subárea de Punta Sierra comprendida entre los paralelos 31°15’ S. y 31°15´ S. y entre los meridianos 71°47’ W. y 71°53’ W.

Área B: Zona Económica Exclusiva correspondiente al litoral continental comprendido entre los paralelos 41°28,6' S. y 57° S.: 230 toneladas, de las cuales 214 estarán reservadas a los armadores que cuenten con autorización de pesca vigente a la fecha de declaración de régimen de desarrollo incipiente.

Área C: Zona Económica Exclusiva de la República con exclusión de las áreas A y B individualizadas precedentemente: 470 toneladas.

5.1.2. Régimen operacional de la flota

Flota

Durante el año 2001, al igual que en las dos temporadas anteriores, cuatro empresas se dedicaron a la captura de orange roughy y cada una de ellas operó con una embarcación. Estas naves son del tipo arrastreras hieleras, que en general no procesan la captura a bordo, con la excepción de una embarcación que en esta temporada de pesca procesó pescado sin cabeza y eviscerado. La composición de esta flota no ha cambiado, pero el número de unidades ha fluctuado entre ocho barcos, en 1999 y cuatro, en el 2001. Estas embarcaciones tradicionalmente se dedican a la captura de merluza común y merluza del sur, y junto con diversificar su actividad al orange roughy también lo han hecho a la captura del alfonsino.

El tamaño de las naves fluctúa entre 43 y 59 metros de eslora, con una potencia de motor en torno a los 2000 HP y una capacidad de bodega que varía entre los 380 y 564 m^3 (**Tabla 4**).

Arte de pesca

El arte de pesca utilizado al inicio de la pesquería corresponde a una red de arrastre de fondo tipo “Arrow”, similar a la utilizada en la pesquería de orange roughy en Nueva Zelanda. Las características relevantes del diseño de la red es el alto calibre de su hilo (5 mm) y la ausencia de ala inferior, la que es reemplazada por cadenas, haciéndola así adecuada para operar sobre fondos duros, que es donde se localiza este recurso en las áreas que actualmente se explotan en Chile. Las redes han presentado algunas modificaciones en sus diseños originales y se han adecuado a las características propias de cada embarcación, información que las empresas manejan con bastante reserva. Además, se han introducido otros modelos.

Como referencia, la red que se utilizó en la pesca de exploración realizada en 1998 y cuando comenzó la pesquería, y la empleada en este estudio, tiene una longitud de relinga que alcanza un total de 29,7 metros, una extensión desde la punta de alas al inició del túnel de 51,2 metros y tamaños de mallas que fluctúan entre 240 mm en la sección delantera de la red y 100 mm en la sección del túnel. Las malletas y estándares tienen una longitud de 50 metros cada una (**Figura 3**).

En la pesquería se han registrado los modelos “Arrow”, “Alberto 144”, “Nova” y “Champion”, con largos de red que fluctúan entre 40 y 74 m, con tamaños de malla en la sección delantera que varían entre 240 y 250 mm y en el antecopo, entre 150 y 157 milímetros.

Operación

La flota realizó 29 viajes orientados al orange roughy durante la temporada de pesca 2001, fluctuando entre 4 y 9 viajes por embarcación, con un total de 597 lances, los cuales se dirigieron tanto a la captura de orange roughy (68%) como,

de alfonsino (32%)[1]. El número de lances promedio por viaje fue de 21 unidades, cifra que engloba una variabilidad de entre 12 y 28 lances promedio por viaje a nivel de embarcación. La temporada de pesca en general fue bastante restringida, fluctuando entre 29 y 76 días de operación por embarcación[2]. Por su parte, la duración del viaje varió entre los 4 y 13 días, con un promedio de 7 días por viaje. Esta duración promedio, se desglosa en un 37% del tiempo empleado en navegación para ir a la zona de pesca y volver[3] (2,6 días) y un 63% del tiempo de permanencia en los caladeros (4,4 días) (**Tabla 5**).

La captura por viaje entre embarcaciones fluctuó entre las 100 y 177 t (media: 133 t/viaje y 6 t/lance) y estuvo constituida por orange roughy, alfonsino y en bastante menor proporción por merluza de cola. A nivel de viaje, la captura promedio de cada recurso fue de 73 t de orange roughy, 53 t de alfonsino y 2 t de merluza de cola (**Tabla 6**).

Por su parte, la captura promedio de orange roughy por lance con intencionalidad de pesca a este recurso fue de 5,1 t; en tanto, los lances orientados al alfonsino promedian una captura de 8,2 t/lance de esta especie.

Otro aspecto operacional importante lo constituye el tiempo efectivo de arrastre, ya que esta unidad es utilizada frecuentemente en pesquerías de arrastre como una medida del esfuerzo de pesca. En general en la pesquería de orange roughy el tiempo efectivo de pesca es reducido, debido a las características del fondo donde se localiza el recurso, que es bastante irregular, con pendiente pronunciada y duro (Lillo ***et al.***, 1999). No obstante, esta duración no queda reflejada en las bitácoras de pesca, dado que es frecuente encontrar en éstas el tiempo que transcurre entre el calado y virado de la red, que es muy superior al arrastre efectivo.

[1] El criterio para identificar la intencionalidad del lance se basó en la captura y/o profundidad de pesca.
[2] Tiempo que acumula la diferencia entre la fecha de zarpe y la recalada de cada viaje.
[3] Considera el tiempo transcurrido entre el zarpe y el primer lance y posteriormente entre el último lance y la recalada.

De acuerdo a las bitácoras de pesca el tiempo de arrastre fluctuó en un amplio margen, que va entre uno y 120 minutos, con el 50% de las observaciones con una duración inferior a los 20 minutos. Esta variabilidad ya fue destacada por Lillo ***et al***. (1999) y Young ***et al***. (2000a), quienes por una parte la atribuyeron a un proceso de aprendizaje de parte de los pescadores y por otra, a una mezcla de registros de tiempos en la bitácora de pesca, entre tiempo efectivo de arrastre y tiempo de permanencia de la red en el agua. Esta situación dificulta la estimación del tiempo efectivo de arrastre, y puede ser la causa que en la literatura las tasas de captura de este recurso estén referidas al lance de pesca (Clark ***et al.***, 2000; Annala ***et al.***, 2000).

Áreas de pesca

La pesquería de orange roughy se desarrolló en tres áreas, que corresponden al Archipiélago de Juan Fernández (JF), el Bajo O'Higgins (BO) y Punta Sierra (PSI), distantes entre ellas sobre las 130 mn (**Figura 1**). La primera área, es donde se localizan las principales zonas de pesca de este recurso y se encuentran distante de la costa entre 260 y 400 mn. La pesquería comenzó en esta zona en 1999, tras descubrirse la presencia del recurso en una pesca exploratoria en 1998, y actualmente la actividad se desarrolla en torno a cinco montes submarinos (JF1, JF2, JF3, JF4 y JF5). El área estimada de estos montes varía entre 8 y 169 mn^2 (**Tabla 7**).

El Bajo O'Higgins, donde también se detectó la presencia del orange roughy durante la pesca exploratoria realizada en 1998, está ubicado a una distancia cercana a las 106 mn de la costa y a 153 mn al NE de JF4. Esta área de pesca la conforman dos montes submarinos, donde ha habido actividad desde el inicio de la pesquería, pero a una escala menor que en el Archipiélago de Juan Fernández. El área estimada de estos montes es de 33 mn^2 para el BO1 y sólo 3 mn^2 para BO2 (**Tabla 7**).

Por último está Punta Sierra, con un único monte y que corresponde al límite norte de distribución de la especie en Chile. Este monte, que se ubica más próximo a la costa (9 mn), está a una distancia de 135 mn al NE del monte BO1. Se estima una superficie de 17 mn^2, siendo el tercero más pequeño después del BO2 y JF5 (**Tabla 7**). En esta zona la flota comenzó a operar en la temporada de pesca 2000.

5.1.3. Captura y esfuerzo de pesca

En términos generales los lances orientados al orange roughy fueron bastante monoespecíficos, con bajos niveles de fauna acompañante, dentro de la cual destacan el alfonsino y la merluza de cola. Vinculado a los cruceros de orange roughy se capturaron 1.529 t de alfonsino, las que provienen principalmente de lances orientados a este recurso, y 59 t de merluza de cola (**Tabla 6**).

Orange roughy

La captura de orange roughy se estimó en 2.113 t, cifra superior a las 1.868 toneladas registradas, a través del control cuota, por el Sernapesca. Las mayores diferencias se producen con la empresa que procesó captura a bordo, donde hubo dificultades en estimar la captura por lance, por lo tanto la captura se estimó a partir del grado de llenado del copo, procedimiento que se utiliza para estimar captura, pero en el caso del orange roughy no se tiene una medida del error. Esta situación significó que la captura estimada para esta empresa fuera superior a la registrada a través del control cuota y la certificación. Además, estas discrepancias se producen por diferencias en el peso de las cajas y en los factores de conversión de producción a captura que se están utilizando.

Durante el 2001 las capturas de orange roughy fueron extraídas en el área A, donde se estableció una cuota equivalente 1440 t, nivel que fue sobrepasado, de hecho la captura en esta área se aproxima a la cuota global del país.

Las capturas se concentraron en la zona del Archipiélago de Juan Fernández, donde se registró el 85,7% de éstas, seguido de Punta Sierra con el 7,6% y luego el Bajo O'Higgins con el 6,7% (**Tabla 8**). Comparativamente con la temporada anterior, se comprueba que se mantuvieron las mismas áreas de pesca y que la actividad sobre este recurso continúa concentrada en JF (**Figura 6**).

En Juan Fernández la actividad se desarrolló en cinco de los seis montes reportados por Lillo ***et al.*** (1999), con el 72% del esfuerzo distribuido en tres montes en proporciones muy similares, JF1, JF2 y JF4, siendo el monte más productivo el JF1 con el 36% de la captura total. En esta zona, los montes menos frecuentados por la flota correspondieron al monte JF3 y JF5, este último incorporado a la explotación en esta temporada de pesca. En el Bajo O'Higgins, el esfuerzo se distribuyó en los dos montes que constituyen esta área, con las mayores capturas en el BO2, que es el más pequeño de los montes donde se ha capturado orange roughy en Chile. En Punta Sierra, se aplicó el 5,5% de los lances en un único monte donde se captura orange roughy en esta zona (**Tabla 8**).

La operación de la flota se concentró básicamente en el período de otoño-invierno, que coincide con la temporada de reproducción de la especie, donde forma densas agregaciones reproductivas, comportamiento que ha sido descrito en las diferentes áreas donde se explota este recurso (Pankhurst ***et al***., 1987; Lillo ***et al***., *op. cit*.; Boyer ***et al***., 2000). Estas agregaciones están asociadas a montes submarinos y se ha observado que sincrónicamente ocurren en un mismo período cada año. En esta temporada la actividad comenzó en mayo y

finalizó en agosto, con el mayor registro de esfuerzo (75,6%) y de captura (71,7%) entre junio y julio (**Tabla 9** y **10**).

La flota frecuentó el área de Punta Sierra al inicio de la temporada (mayo) y el Bajo O'Higgins durante junio, al igual que el año anterior (Tascheri ***et al.***, 2001); en tanto, en el Archipiélago de Juan Fernández la actividad se desarrolló entre mayo y agosto, con una mayor concentración de la captura en junio-julio, período en que se intensificó el esfuerzo. En esta última área, la flota operó en JF1 desde fines de mayo a la tercera semana de junio, en JF2 y JF4 desde mediados de junio a fines de julio y en JF3 en la primera quincena de agosto (**Figura 7**). Comparativamente con el año anterior, se comprueba que la temporada de pesca tuvo una duración muy similar (**Figura 8**).

De acuerdo a los lances con datos de profundidad, se puede señalar que la actividad de pesca en el orange roughy se desarrolló principalmente entre los 500 y 800 metros de profundidad. En términos de captura, en el 2001 se observa que ésta se concentró entre los 500 y 800 metros en JF; en tanto, en el BO se centró en un rango más estrecho y de mayor profundidad, entre los 700 y 800 metros y en PSI, los pocos lances con dato de profundidad indican un mayor captura entre los 500 y 600 metros (**Figura 9**). En comparación con Nueva Zelanda, en Chile este recurso se captura a menor profundidad (Clark ***et al.***, 2000).

La distribución espacial de los lances está delimitada a los montes submarinos (**Figuras 10** a **15**). En general, en el primer año de la pesquería se observa una mayor cobertura espacial de la operación de la flota, asociado al período de aprendizaje y exploración por parte de los patrones de pesca. Posteriormente se delimitan algunas zonas de pesca, que en el caso de los montes JF1 y JF2 corresponden al sector norte y noreste de la montaña (**Figuras 10** y **11**) y en Punta Sierra, en el sector sur y suroeste (**Figura 15**).

Alfonsino

Durante el 2001, asociado a los viajes de la pesquería de orange roughy, se capturaron 1529 t de alfonsino. De este total, 1461 t correspondieron a lances cuya intencionalidad de pesca fue el alfonsino y las 68 t restantes, constituyeron fauna acompañante de lances al orange roughy. Sin embargo, hay que señalar que el alfonsino en el 2001 fue un recurso objetivo de la flota arrastrera durante el período junio-diciembre, si se incluye esta captura el registro anual alcanzó las 4600 t, cifra que supera el 500% del registro de los dos años anteriores (Tascheri ***et al***., 2002).

Las capturas provinieron básicamente de la zona del Archipiélago de Juan Fernández, donde se registró el 100% de éstas y el 98,3% del esfuerzo de pesca. A su vez al interior de esta área, se observa una clara concentración del esfuerzo y la captura de alfonsino en el monte JF2, con el 80% y 87%, respectivamente (**Tabla 11**). Comparativamente con los años anteriores, se aprecia que las capturas de alfonsino continúan centradas en esta área insular (**Figura 16**).

En una escala temporal se observa que el esfuerzo se distribuyó en proporciones que fluctuaron entre un 16% de los lances en mayo y un 43% en agosto (**Tabla 12**). En términos de capturas los mayores niveles se registraron en los meses de junio y julio (70%), y como se indicó anteriormente concentrada en el monte JF2 (**Figura 17**).

El alfonsino, a diferencia del orange roughy, se captura a profundidades menores. En esta temporada, se estima que alrededor del 90% de la captura de alfonsino se extrajo entre los 300 y 500 metros de profundidad (**Figura 18**).

5.1.4. Tasas de captura

Orange roughy

El rendimiento de pesca de orange roughy se expresa como captura por lance y por tiempo de arrastre, no obstante las debilidades que presenta esta última medida de esfuerzo, al no corresponder necesariamente, como se indicó antes, a un tiempo efectivo de arrastre.

Las tasas de captura de orange roughy normalmente presentan una alta variabilidad, asociado a la presencia de lances con altas capturas y a la gran frecuencia de lances con muy bajas capturas o con capturas cero.

En la **Tabla 13**, se puede apreciar que del total de lances con intencionalidad al orange roughy, el 29% correspondió a lances sin captura, porcentaje que varía entre un 19% en JF5 y 50% en BO2. Sin embargo, estas proporciones pueden estar subestimadas, ya que existe una tendencia de los capitanes de pesca a no declarar los lances sin captura. Comparativamente con el primer año de la pesquería, esta proporción es menor.

La distribución del rendimiento de pesca es asimétrica y sesgada positivamente, se aproxima a una distribución exponencial, al considerar la totalidad de los lances; sin embargo, estas características se mantienen para los lances positivos (**Figura 18**).

La captura por lance fluctuó entre las cero y 69 t, registrándose el 50% de los lances con rendimientos inferiores a 390 kilos. El rango intercuartil, varió entre 0 y 5 t/lance. El rendimiento estimado para el área total fue de 5,3 t/lance, cifra bastante superior respecto a la mediana de los datos, con los rendimientos más bajos en el BO1 y los más altos en JF1, que respectivamente correspondieron a

0,5 y 8,4 t/lance. Por su parte, las tasas de captura por 15 minutos de arrastre fluctuaron entre cero y 184 t, con un promedio de 3,1 t y una mediana de 317 kilos. A nivel de monte, este índice de rendimiento varió entre 0,5 y 6,3 t/15 min arrastre en BO2 y JF3, respectivamente (**Tabla 14**).

Comparativamente con los dos años anteriores se observa un incremento de los rendimientos de pesca, lo que puede responder a la mayor experiencia adquirida en la captura de este recurso, lo que se ha visto reflejado en una disminución de los lances sin captura. En particular destaca el crecimiento respecto al primer año de la pesquería, donde hubo una muy baja sincronización entre la pesca y el período de máxima concentración reproductiva.

Alfonsino

El rendimiento de pesca de alfonsino fluctuó entre cero y 34 t/lance. La distribución también es asimétrica, con el 50% de las observaciones con rendimientos inferiores a 5,2 t/lance y con una tasa promedio de 8,2 t/lance (**Figura 20**). Durante la temporada de pesca los mayores índices de obtuvieron en el período junio-julio, asociado al monte JF2 (**Tabla 15**). Por su parte, el porcentaje de lances sin capturas para este recurso fue del orden del 13%.

5.1.5. Características de las plantas de procesamiento

Número de plantas

La captura de orange roughy durante el 2001 fue procesada básicamente en la VIII Región, la cual posee un parque industrial del orden de las 58 plantas. De éstas, tres incluyeron en sus procesos productivos al recurso orange roughy y corresponden a: Pesquera el Golfo, Congelados del Pacífico y Pesquera Grimar.

Estas tres plantas conforman parte de la industria procesadora de recursos demersales de la zona centro-sur, que en el caso de la Pesquera El Golfo, se hace extensivo además al procesamiento de recursos provenientes de la pesquería pelágica. La contribución del orange roughy al total de materia prima procesada por estas plantas es bastante marginal y estacional, ésta oscila entre un 1% y un 4%. De hecho, la actividad productiva de Pesquera Grimar y Congelados del Pacífico, se sustenta mayoritariamente en la merluza común (alrededor de un 70%), en tanto que Pesquera El Golfo basa su operación fundamentalmente en jurel (55%) y merluza común (30%). La cartera de materia prima de estas empresas, está compuesta además por alfonsino, merluza de cola, reineta, pejegallo, besugo y salmones.

Las tres plantas concentran alrededor del 18% de la producción regional de productos pesqueros para consumo humano, se trata de empresas que se destacan por presentar un tamaño productivo mediano a grande y que mantienen cierta estabilidad en el empleo durante el año. Las plazas de trabajo proporcionadas por estas firmas, supera los 3200 puestos en forma conjunta.

Resultados de la encuesta

La encuesta aplicada sólo tuvo respuesta de parte de una empresa, Pesquera el Golfo S.A., cuyas características generales se detallan a continuación.

Esta planta posee diferentes líneas de proceso, lo que le permite elaborar una diversidad de productos, entre los principales se destacan los bloques de merluza, filetes de merluza, productos apanados, jurel congelado, surimi, langostinos, harina de pescado, filetes de orange roughy y HG de alfonsino.

Infraestructura

La capacidad actual de esta planta para elaborar orange roughy es de 94 t/día de materia prima, esto es considerando peces con un peso mayor a 1,8 kilogramos. Para especies de menor tamaño (peso inferior a un kilo), la capacidad de procesamiento se reduce a 42 t/día de materia prima. Por su parte, la capacidad de recepción y almacenamiento de materia prima es de 150 t en cajas de 16 kg de pescado.

Esta empresa destina toda la captura de orange roughy a la producción de filetes con y sin piel. La capacidad de proceso para realizar el corte y limpieza en la elaboración de estos productos tiene una componente manual bastante importante, exceptuando el despielado. Las operaciones manuales involucradas en el proceso de corte y limpieza, se distribuyen de acuerdo al siguiente esquema:

- Línea de filete: En esta etapa operacional se destinan 90 operarios, con una capacidad de producción de 144 kg/hr de materia prima y una productividad de 64 kg/hr de filete.
- Línea de triming: Orientada a repasar y arreglar los filetes. Está compuesta por 164 operarios, con una capacidad de producción de 24 kg/hr filete terminado.
- Calibración: Conformada por 18 operarios y 35 operarios en la línea de moldeo, con una productividad de 135 kg/hr de filete.
- Empaque: La capacidad de empaque es de 25 t/día en bloques, destinando un total de 30 operarios para esta actividad.

Para la congelación se emplean 6 congeladores de placa, con una capacidad de 40 t/día de producto final. Por su parte, la capacidad de almacenamiento del producto terminado es de 2500 toneladas.

Estándares de calidad para productos de orange roughy

La línea de proceso de filetes congelados cuenta con la implementación del Programa de Aseguramiento de Calidad, basado en los principios HACCP reconocida por la autoridad nacional, Sernapesca, y con todos los requerimientos exigidos por los mercados de Estados Unidos, Australia y la Comunidad Económica Europea.

Control de calidad para la elaboración de orange roughy

El control de calidad que se realiza a la materia prima en la elaboración del orange roughy es el siguiente:

- Físico-Organoléptico: Se evalúan las características físico-organolépticas, en las que se incluye la apariencia, olor, color, sabor.
- Estiba y Temperatura de la Materia Prima: La carga de materia prima de cada caja, debe ser en un rango entre 16 a 18 kg. Por otra parte toda la materia prima que se recepciona debe llegar con suficiente hielo en escamas. La temperatura de recepción del músculo del pescado debe estar en un rango de -2 a 4° C.

Proceso de filetes congelados de orange roughy

1. Recepción de la materia prima y mantención en cámara refrigerada

La materia prima recibida en la planta de proceso es sometida a un riguroso control de calidad para verificar su frescura, que se realiza a través de un examen físico-organoléptico el que contempla parámetros como la textura, el color y el olor

de los pescados. Posteriormente, se mantiene en una cámara refrigerada a cero grados, a la espera de ser procesada.

2. Fileteo

Los filetes de pescado pueden obtenerse a través de dos mecanismos diferentes: manualmente que es realizado por operarias que es el caso de orange roughy o mecánicamente, realizado por máquinas fileteadoras.

3. Despielado

Los filetes que serán comercializados como productos sin piel, pasan por modernas máquinas que extraen la piel de los pescados y parte de su grasa superficial.

4. Limpieza

Etapa que se realiza para remover de los filetes las espinas y restos de impurezas tales como manchas de sangre, trozos de vísceras u otras que pudieran quedar después del fileteo.

5. Congelación

Los bloques son congelados por contacto en equipos de congelación de placas y los filetes individuales o IQF (Individual Quick Frozen) son congelados a través de aire en circulación en un túnel de congelación continua. En ambos casos, el producto es llevado hasta temperaturas bajo los -18°C.

6. Empaque

Los filetes individuales o IQF (Individual Quick Frozen), son envasados en bolsas de polietileno y empacados en cajas de cartón.

7. Almacenamiento de producto terminado

Los productos terminados son almacenados en cámaras frigoríficas mantenidas rigurosamente a temperaturas bajo los -18°C.

5.1.6. Rendimiento de producción

El tipo de producto que se elabora a partir del orange roughy corresponde principalmente a filete congelado, por tal razón se estimó el rendimiento de producción para este tipo de elaboración, tanto para filete con piel como filete sin piel. Para este efecto se procesaron 10 cajas de pescado, que totalizaron 60 ejemplares con un peso de 118 kilos de materia prima de orange roughy. El peso total de los ejemplares analizados fluctuó entre 1,8 y 2,2 kg con un peso promedio de 2 kg (SD: 0,13 kg). Por su parte, el peso de los filetes fluctuó entre 341 y 419 g con un valor promedio de 379 g (SD: 24 g); mientras que el peso de los filetes sin piel varió entre un mínimo de 275 y un máximo de 334 g, con un peso promedio de 298 g (SD: 18 g).

El rendimiento estimado para filetes con piel fue de 0,384 con una varianza de 0,000157 (CV: 3,3%); en tanto, para el filete sin piel se estimó un rendimiento de 0,301 con una varianza de 0,000106 (CV: 3,4%).

Los rendimientos estimados presentan una baja dispersión, tanto para filetes con piel como para filetes sin piel, lo cual permite estimar con bastante precisión la materia prima procesada a partir de la producción declarada por parte de las empresas.

5.1.7. Producción y comercialización

Oferta mundial

La captura mundial de orange roughy en 2000, último año que se tiene información (FAO, 2002), fue del orden de la 33 mil toneladas, de éstas un 54,1% correspondió a Nueva Zelanda, 27,9% a Australia y 4,7% a Namibia, dentro las principales extractores de este recurso. Los dos primeros países, durante la década de los 90 muestran una reducción importante de las capturas de orange roughy, que alcanza a un 50% en el caso de Nueva Zelanda y a un 78% en el de Australia. Por su parte, Namibia que comenzó a extraer este recurso a mediados de la década de los 90, también presentó una drástica reducción de las capturas (**Figura 21**).

Durante la década, el liderazgo de Nueva Zelanda en la extracción de este recurso fue evidente, siempre con un aporte a la captura mundial superior al 50%, llegando a 70% en 1999. Teniendo en consideración este antecedente y que la pesquería de orange roughy en este país es manejada con un estricto sistema de cuotas, las cuales muestran una reducción sistemática cada año, se estima que las capturas de este recurso deberían mantener la tendencia decreciente.

Producción

De acuerdo a las estadísticas oficiales, en Chile durante el 2001 la producción de orange roughy fue de 656 t, cifra superior en un 14% respecto al 2000. Para lograr éste nivel de producción, se utilizaron 1863 t de materia prima, lo que da un rendimiento promedio de un 35,2%. La línea de elaboración fue el congelado, aun cuando una pequeña proporción correspondió a fresco-refrigerado. El principal producto elaborado fue el filete, con 420 t (64%); seguido por el HG con 60 t (9,2%) y el pescado entero, con 41 t (6,3%); el porcentaje restante lo constituyen

los productos congelados sin especificar, con 105 t (16%); de esta forma, se mantiene la composición específica de la producción respecto al año 2000 (Anuario Estadístico, 2002).

En este proceso productivo intervinieron tres empresas localizadas en la VIII región, una de las cuales opera verticalmente integrada, las otras se abastecen de terceros. Las mismas correspondieron, como se indicó antes a establecimientos que orientan fuertemente su producción hacia la elaboración de congelados, principalmente a partir de merluza común.

Mercado

Exportaciones

Chile

Las exportaciones de orange roughy en el año 2001 alcanzaron a 576 toneladas lo que generó un ingreso de divisas de 4,3 millones de dólares. Respecto al año anterior, la cantidad exportada fue levemente superior (1,4%). Acorde con la producción, la casi totalidad se exportó en forma congelada, exceptuando 0,1 t que se comercializaron como filetes fresco refrigerados. La oferta exportadora nacional se concentró principalmente en cuatro firmas (**Tabla 16**).

El principal mercado de destino para la producción chilena de orange roughy lo constituye Estados Unidos, país que también absorbe parte importante de la producción mundial de este recurso, proveniente de Nueva Zelanda, China, Namibia y Australia.

En el año 2001, los productos congelados de orange roughy se derivaron en un 98,2% al mercado de Estados Unidos, un 1,7% a Holanda y el porcentaje restante fue importado por Colombia y Japón. A Estados Unidos se exportó principalmente el filete (92,6%); además, se comercializó en este mercado otros productos como orange roughy trozado, pulpa, picado o desmenuzados. A Holanda se envió orange roughy en forma de pulpa y a Colombia, filete (69%) y HG con cola (entero sin cabeza) (31%); en tanto, en el mercado japonés se transaron solamente ovas (**Tabla 16**).

Las exportaciones chilenas de filete de orange roughy se distribuyen en calibres que fluctúan entre 2 y 14 onzas, rango que varía dependiendo de la empresa. Las clasificaciones por empresa se detallan en la **Tabla 17**.

Las principales empresas exportadoras de este recurso fueron: Pesquera Mar Afuera S.A., Pesquera El Golfo, Congelados del Pacífico Ltda. y Pesca Chile S.A, las cuales en el año 2001 concentraron en conjunto el 97% de las cantidades transadas y de los ingresos generados (**Figura 22**).

Nueva Zelanda

Nueva Zelanda es el principal país exportador de orange roughy, recurso que se ubica en el cuarto lugar del ranking dentro de las especies exportadas por este país, generando 31 millones de dólares en el 2001 (74 millones NZ$) (www.seafood.co.nz)[4]. En relación al año anterior, se registró una reducción del 20%. Esta disminución, que es una tendencia que se viene observando desde 1996, responde a una reducción sistemática de las cuotas de captura con que está siendo manejada la pesquería (**Tabla 18**). En el 2001 el orange roughy se exportó mayoritariamente como filete congelado, participando con el 99% de los ingresos percibidos; en tanto, el porcentaje

[4] Para la conversión se utilizó el valor de paridad del dólar neocelandés con el dólar americano entregado por el Banco Central.

restante correspondió a productos fresco-refrigerado. Para ambas líneas de elaboración, el principal país demandante lo constituyó Estados Unidos.

Importaciones

Estados Unidos

Durante el 2001, Estados Unidos importó aproximadamente 8,8 mil t de filete de orange roughy congelado, equivalente a 68,9 millones de dólares, cifra inferior en un 22% al registro del año anterior (**Tabla 19**). Nueva Zelanda participó con el 47,1% del valor total de las importaciones del sector, seguido en importancia de China con una participación del 19,6%.

Estados Unidos también realiza importaciones de orange roughy fresco refrigerado, pero, no existen estadísticas de estas transacciones en este país, debido a que no se dispone de una Glosa arancelaria específica para ese producto en el Sistema Armonizado de aranceles. Las estadísticas de exportación de Nueva Zelanda, en el 2001 muestran a EE UU como el principal importador de orange roughy fresco-refrigerado, con una participación del 97,5% en los ingresos generados por las transacciones del recurso bajo esta elaboración.

Es importante precisar que cuando el pescado entero o preparado es procesado en filetes por una nación secundaria (China, Tailandia, etc.), se considera que el producto ha experimentado una transformación sustancial y el país de origen pasa a ser el país secundario. Muchos importadores compran pescados en estos países, en parte, debido a costos de trabajo más baratos que reducen así su valor de compra (Steve Koplin, NMFS, com pers.).

Esto podría significar que Estados Unidos u otros países envíen a procesar orange roughy a China, para reducir costos y debido a eso, aparece China exportando orange roughy como filete congelado a USA. Hay muchas empresas americanas que compran pescado en otros países para que sean transformados en China y es muy difícil conocer de donde provienen, debido a que las estadísticas de China son incompletas (Linda Chaves, NOAA, com pers.).

Precios

Precios importaciones del mercado norteamericano

El precio de las importaciones de orange roughy al mercado norteamericano en el período 1999-2001 en general presenta una tendencia a la baja. En el año 2001, el precio del filete congelado para los principales países exportadores fue muy similar, aunque levemente superior en el caso de Nueva Zelanda. En comparación con el año anterior, el bloque de Nueva Zelanda, China y Australia presentan una tendencia a la baja, que ya se había manifestado en el 2000; en cambio, Namibia y Chile muestran una tendencia al alza (**Figura 23**).

Precio FOB Chile

En el año 2001, el precio promedio del filete congelado exportado por Chile fue de 7,9 dólares el kilo, cifra superior en un 3,9% respecto al valor transado en el año anterior, pero inferior al precio de venta alcanzado al inicio de la pesquería, que estuvo en torno a los 11 dólares el kilo (**Figura 23** y **24**).

Arancel y canales de distribución

La tasa arancelaria para los importadores estadounidenses de filete congelado de orange roughy, desde Chile, tiene valor cero (0). Por su parte, Colombia tiene una tasa arancelaria del 20% para los productos de orange roughy entero y filete congelado; sin embargo, Chile goza en este país de una tasa preferencial de 0%. En el caso de Holanda, el producto "pulpa o molido", tiene una tasa arancelaria del 7,5%, pero según el Sistema General de Preferencias (SGP), Chile se encuentra favorecido con una tasa de sólo un 2,6%. Por último, en Japón la tasa arancelaria de las ovas congeladas de este recurso alcanza el 5%, teniendo Chile preferencia con un 3,5%.

En general, las firmas nacionales que operan sobre el recurso, están integradas hacia delante, operando directamente con importadores mayoristas en los mercados externos.

5.2. Monitorear la actividad pesquera, determinando la estructura de tallas y condición biológica de la captura del recurso en estudio y de las principales especies que constituyen fauna acompañante

5.2.1. Composición de tallas de las capturas

Orange roughy

Para estimar la estructura de tallas de orange roughy se analizaron 34 437 ejemplares (15 158 hembras; 19 030 machos), la gran mayoría provenientes del área de Juan Fernández, donde se concentró principalmente la pesquería. En la **Tabla 20** se indica el número ejemplares medidos por monte, la amplitud y el rango de tallas observados.

Las composiciones de tamaño de los ejemplares de orange roughy, por monte y diferenciados por sexo, se muestran en la **Figura 25**. Las distribuciones presentan una estructura unimodal y son distintas entre sexos, las hembras al igual que en otras especies demersales, alcanzan un mayor tamaño. Las tallas fluctuaron entre los 27 y 58 cm de longitud de horquilla, no obstante esta amplitud alrededor del 90% está en un rango restringido de tamaño, 10 cm en machos y 12 cm en hembras.

En la **Figura 26** se representan las distribuciones de tallas por monte para cada uno de los sexos, y se agruparon entre montes de acuerdo a la similitud entre ellas. En ambos sexos, se observa un gradiente de tamaños en las tres agrupaciones propuestas, con los ejemplares más pequeños en JF1, JF2 y JF5 y los más grandes en JF3 y BO1.

La talla media estimada, sin diferenciar por sexo, fluctuó entre los 42 cm de longitud de horquilla en JF2 y los 47 cm en BO1, registrándose los valores medios más bajos en JF1 y JF2 y los más altos en JF3 y BO1, tanto en machos como en hembras. Se destaca la precisión con que se estima este indicador de tendencia central (**Tabla 21**).

En general los ejemplares capturados corresponden a la fracción adulta de la población, teniendo en consideración que la talla de primera madurez está entre los 32 y 35 cm de longitud de horquilla (Young ***et al.***, 2000[a]; Gili ***et al.***, 2002).

Como se indicó anteriormente, en orange roughy se observan diferencias en las estructuras de talla por sexo, hipótesis que fue contrastada en dos montes (JF2 y PSI), a través de la utilización del modelamiento ordinal propuesto. La hipótesis de igualdad entre sexos, para los dos montes, es rechazada (*p-value* < 0,001; **Tabla 22**), lo que indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre

sexo. Sobre esta base, se procedió a determinar si existen diferencias significativas entre montes, para cada uno de los sexos.

Se compararon seis montes, se excluyó JF5 y BO1 por la menor representatividad de la muestra. La hipótesis de igualdad de las estructuras de talla entre montes para cada sexo es rechazada (*p-value* < 0,001; **Tabla 23**). La prueba de significancia individual de los coeficientes de la regresión, indican que las estructuras de talla de JF1 y JF2 no son estadísticamente distintas tanto para machos como para hembras (**Tabla 24** y **26**); por su parte, los contrastes restantes además indican que existe una cierta similitud en la estructura de tallas de las hembras entre los montes JF4 y BO2 y entre JF4 y PSI (**Tabla 25** y **27**).

Este análisis también se realizó con tamaños de muestra menores, a modo de verificar la sensibilidad del estadístico empleado. Para este efecto se utilizó la misma estructura y se obtuvo el número esperado a la talla con muestras de menor tamaño (600 y 300 ejemplares por monte), en estos casos las conclusiones para machos y hembras fueron las mismas, al menos un monte es distinto del utilizado como referencia (JF1) (**Tabla 23**). La prueba de significancia de los coeficientes de las regresiones, con estos tamaños de muestra, permite precisar una similitud estadística en las distribuciones de talla de los machos entre JF1, JF2 y BO2 y entre JF4 y PSI (**Tabla 28** y **29**). En hembras, el análisis corrobora que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las distribuciones de talla de los montes JF1 y JF2, y además existe similitud en las estructuras de JF4, BO2 y PSI (**Tabla 28** y **29**).

Alfonsino

Para estimar la estructura de tallas de alfonsino se analizaron 19 687 ejemplares (8 880 machos; 10 807 hembras), todos provenientes de Juan Fernández, área donde se concentra la extracción de este recurso y principalmente del monte JF2. En la **Tabla 30** se detalla por monte el número de ejemplares, la longitud mínima, máxima y el rango de la variable.

Las distribuciones de talla son unimodales con una asimetría negativa, aun cuando bajo los 34 cm se insinúa una moda en JF1 en el caso de las hembras. Este último sexo, al igual que en orange roughy, alcanza un mayor tamaño que los machos (**Figura 27**). En alfonsino, la amplitud de tallas de los ejemplares capturados fluctuó entre los 18 y 49 cm de longitud de horquilla, con una talla promedio en torno a los 36 y 38 cm en machos y hembras, respectivamente (**Tabla 31**). En la **Figura 28** se representan las distribuciones de tallas de alfonsino por monte para cada uno de los sexos, donde se aprecia una cierta similitud entre montes.

La captura estuvo constituida tanto por ejemplares adultos como juveniles, pero se observa una disminución de la proporción de juveniles comparativamente con lo reportado por Young ***et al.*** (2000[a]) para el año 2000. La mayor proporción de juveniles se registró en JF1, 34% en machos y 20% en hembras, tomando como referencia una talla de primera madurez de 34,5 cm para machos y 33 cm para hembras (Lehodey ***et al***., 1997). Estas proporciones se reducen en JF2 y más aún en JF4, pero se mantiene la mayor presencia de juveniles en el caso de los machos (**Tabla 32**).

Al comparar las distribuciones, la hipótesis de igualdad de estructuras de talla entre sexo y entre montes es rechazada (*p-value* < 0,001), lo que indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas de las distribuciones de talla por sexo y también, de al menos un monte respecto del monte de referencia (JF1) (**Tabla 32**). Al igual que en orange roughy, se sensibilizó el estadístico de prueba frente al tamaño de muestra (600 y 300 ejemplares). Los resultados se aprecian en la **Tabla 30**, desde donde se concluye que independiente del número de ejemplares utilizados para la construcción de la estructura de tallas, existen diferencias estadísticamente significativas entre sexos y de al menos un monte respecto al de referencia.

La prueba de significancia individual de los coeficientes de la regresión indican, que la estructura de talla de la captura de alfonsino de JF1 es estadísticamente distinta a JF2 y a JF4 (**Tabla 33**); en tanto, el contraste restante muestra que las estructuras de JF2 y JF4 no presentan diferencias estadísticamente significativa entre ellas, conclusiones que se mantienen para tamaños de muestra menores (**Tabla 34**).

5.2.2. Proporción sexual

La proporción sexual en las capturas de orange roughy varió entre montes, las estimaciones en términos generales indican un predominio de los machos en el área de Juan Fernández y Punta Sierra; en tanto, en Bajo O'Higgins muestran una superioridad numérica las hembras (**Figura 29**).

En Juan Fernández, en los montes JF1 y JF3 la proporción de machos fue estimada en un 57%, cifra muy similar a Punta Sierra; en JF2 y JF5 este porcentaje fue superior, estuvo en torno al 70%; en cambio, en JF4 hubo un predominio de las hembras (53%). Por su parte, en los dos montes Bajo O'Higgins

se capturaron más hembras, estimándose un 66% y 64% en BO1 y BO2, respectivamente. Las estimaciones fueron bastante precisas, con coeficientes de variación inferiores al 5%, exceptuando el caso de la hembras en JF2 que fue de un 12% (**Tabla 35**).

Cabe destacar, que la proporción de sexo por lance de pesca presenta una gran variabilidad, incluso con lances donde sólo aparece representado un sexo, lo que indica que existe una segregación por sexo al interior de las áreas de desove, comportamiento que ya ha sido reportado para esta especie en otras zonas (Pankhurst, 1988; Bulman ***et al.***, 1994).

Para alfonsino las estimaciones de la proporción sexual indican un predominio de las hembras en los tres montes analizados (**Figura 30**). El porcentaje de hembras fue de 55% en JF2, 57% en JF1 y 61% en JF4, estimaciones que presentan un alto nivel de precisión, al igual que las estimaciones de los machos (**Tabla 36**).

5.2.3. Relación longitud peso

En las **Figuras 31** y **32** se muestran las relaciones entre la longitud horquilla y el peso total de orange roughy por monte, para machos y hembras respectivamente. Los parámetros de los modelos ajustados se detallan por sexo y monte en la **Tabla 37**.

La amplitud de tallas fluctuó entre 27 y 64 cm y el peso total entre 515 y 5300 g. Las hembras presentaron pesos máximos más altos, asociados a los mayores tamaños que éstas alcanzan en comparación con los machos. Si bien el rango de talla fue de 26 cm en los machos y 37 cm en las hembras, a nivel de monte éste en general es bastante más estrecho. En machos, en la mayoría de los montes el rango fluctuó entre los 14 y 17 cm y en hembras, entre los 14 y 24 cm, situación que conlleva a relaciones casi lineales para este rango de tallas presente en la

captura (**Figuras 30** y **31**). Como consecuencia los parámetros estimados del modelo muestran una clara alometría negativa, destacando en hembras el monte BO1 y JF4 con un valor de *b* igual a 1,831 y 2,361, respectivamente (**Tabla 37**).

Se compararon las relaciones longitud peso entre montes para machos y hembras. El análisis de covarianza indica que en machos no existen diferencias significativas entre montes (**Tabla 38**); a diferencia de las hembras, cuyos resultados muestran que existen diferencias significativas entre ellos, al menos la relación longitud peso de un monte es distinta al resto (**Tabla 39**).

En la **Tabla 40** se entregan los resultados del análisis de regresión para los machos, a partir de las cuales se puede concluir que los coeficientes diferenciales individualmente no muestran diferencias significativas, por lo que no existe evidencia muestral para rechazar la hipótesis de igualdad en interceptos y pendientes con respecto al monte de referencia (JF1). Los contrastes restantes corroboran la igualdad en las regresiones entre montes (**Tabla 41**). En hembras, el análisis de regresión indica que los coeficientes diferenciales de los montes JF2 y JF4 son significativos en el modelo, vale decir las regresiones de estos montes difieren del de referencia; no así en el caso de los montes JF3, BO2 y PSI, que no muestran diferencias significativas respecto del monte de referencia (**Tabla 42**). Con el resto de los contrastes, se puede precisar la mayor similitud estadística entre los montes JF1, JF3, BO2 y PSI y un segundo grupo, entre JF2 y JF4 (**Tabla 43**).

En el caso del alfonsino, la amplitud de tallas varió entre los 17 y 49 cm y el peso entre los 115 y 2850 gramos. Las hembras, al igual que lo observado en orange roughy, alcanzaron mayores tamaños y pesos que los machos (**Figura 33**). La amplitud de tallas presente en la captura de alfonsino entrega una relación funcional más representativa que en el caso de orange roughy, de hecho el

parámetro *b* se aproxima a un crecimiento isométrico, con valores estimados próximos a 3, tanto en machos como en hembras (**Tabla 44**).

En alfonsino se compararon las relaciones longitud peso entre montes y entre sexos. El análisis de covarianza indica que no existen diferencias significativas en el modelo longitud-peso entre sexos y entre montes (**Tabla 45**). Por su parte, los resultados del análisis de regresión muestran que los coeficientes diferenciales individualmente no son significativos en el modelo, por lo que no existe evidencia muestral para rechazar la hipótesis de igualdad en interceptos y pendientes con respecto al sexo y monte de referencia (machos y JF1) (**Tabla 46**). Las hipótesis de igualdad entre los montes JF2 y JF4 tampoco es rechazada (p value > 0.05).

5.2.4. Factor de condición

Para el análisis del factor de condición, se dispuso de una muestra de 2160 ejemplares de orange roughy para el año 2000 y 3101 para el 2001, distribuidos por monte según se detalla en la **Tabla 47**. Dada la presencia de celdas vacías para la combinación AÑO:ZONA, se excluyeron del análisis los montes JF5 y JF6.

El análisis de covarianza, en el caso de los machos, indica que la interacción AÑO:ZONA no fue significativa, mientras que el efecto principal AÑO fue escasamente significativo (0,05 > *P* > 0,025). En cambio, el efecto principal ZONA resultó ser altamente significativo (**Tabla 48**). De modo acorde, el criterio de información de *Akaike* (*CIA*) mostró que la inclusión de la interacción en el modelo, no contribuyó significativamente al ajuste (**Tabla 49**). En hembras, el efecto principal AÑO no fue significativo (*P* > 0,05) y consecuentemente la interacción AÑO:ZONA no contribuye al ajuste del modelo, observándose sin embargo significativa a causa de la alta significancia estadística que presentó el factor ZONA (**Tablas 50** y **51**).

Sobre la base de estos resultados, se ajustó nuevamente el modelo, esta vez excluyendo el factor año:

$$\log(W_{ki}) = a + b\log(LH_i) + \alpha_1 Z_1 + ... + \alpha_7 Z_7 + \varepsilon_{ki}$$

Los resultados del ajuste del modelo, tanto para machos como para hembras, se presentan en las **Tablas 52** y **53**. En la **Figura 34**, se puede observar la distribución que presentaron los residuos estandarizados. En machos, del análisis se concluye que los coeficientes diferenciales de la regresión asociados a los montes JF1 y JF3 no entregan un aporte significativo a la condición media del recurso, es decir sus valores no son estadísticamente distintos de cero, no así el resto de las zonas (**Tabla 52**; **Figura 35**). Para las hembras en tanto, el aporte que realiza cada monte a explicar el índice de condición media es significativo (**Tabla 53**; **Figura 35**).

Para ambos sexos los índices de condición presentaron un gradiente, con valores inferiores a la media general en el área de Bajo O'Higgins (BO), que son particularmente bajos en el monte BO1 y valores por sobre la media general, en Punta Sierra (PSI). El área de Juan Fernández (JF) presentó una condición intermedia entre estos dos extremos, con valores más cercanos a la media general, a excepción de los ejemplares hembra recolectados en el monte JF4, cuyo índice de condición está más cercano al valor observado en Punta Sierra. Los montes JF1 y JF3 estuvieron bajo el promedio general, mientras que JF2 y JF4 presentaron niveles por sobre este valor (**Figura 35**). Comparativamente entre sexos, se observa que en BO1, BO2 y JF1, los machos registraron valores superiores a los observados en hembras, por el contrario en JF4 y PSI, las hembras presentaron un valor de condición mayor; en tanto, en JF2 y JF3 no se observaron diferencias entre sexos (**Figura 35**).

5.2.5. Fauna acompañante

La composición de especies de la fauna acompañante presente en las capturas de orange roughy se conformó de 76 especies identificadas taxonómicamente, mientras que 8 especimenes no han sido aún determinados. Los principales grupos identificados correspondieron a peces (óseos y cartilaginosos) representados por 64 especies, crustáceos con 10 especies y cefalópodos con 2 especies (**Tabla 54**). El grupo peces estuvo representado por un total de 40 familias, distribuidas en 5 clases, los crustáceos estuvieron representados por 5 familias todas integrantes de una misma clase, mientras que el grupo cefalópodos estuvo representado por 2 familias y una clase (**Tabla 54**).

A partir de la matriz de distancias entre las siete zonas de pesca, calculadas sobre los datos de las especies registradas en la temporada 2001, el dendrograma conformó en primer lugar dos grupos, uno que comprendió todas las zonas de pesca localizadas en el área de Juan Fernández (JF) y otro conformado por las zonas de pesca de BO2 y PSI. En segundo lugar, el algoritmo de cluster asoció este último grupo con la zona de pesca BO1 (**Figura 36 A**). El Escalamiento Multidimensional no Métrico (*EMM*), permitió construir un “mapa” en dos dimensiones de estas distancias, en donde es posible observar en un plano, los mismos grupos conformados por el análisis de cluster (**Figura 36 B**). En este último se aprecia una sobreposición de las zonas de pesca de JF con excepción de JF3, la que se ubica en la vecindad de estas últimas (**Figura 36 B**), contrariamente el algoritmo representó las zonas PSI y BO2 sobrepuestas y en el extremo opuesto del plano, indicando su afinidad entre sí, pero resaltando las diferencias con las zonas de pesca de JF. En concordancia con los grupos conformados en el análisis de cluster, el mapa representó a BO1 distante de JF y con una menor distancia respecto del grupo conformado por PSI y BO2 (**Figura 36 B**). La afinidad observada entre estos dos últimos montes se basó en la ausencia

de los siguientes componentes de la fauna: ***Coryphaenoides holotrachys**, **Centroscyllium granulosum**, **Mustelus mento**, **Dosidicus gigas**, **Myclophum sp.**, **Bajacalifornia megalops**, **Notacanthus sexspinis**, **Emmelichthyops***, mientras que la diferencia de BO1 de estos últimos, corresponde con la presencia de ***Mustelus mento***. En JF por otro lado, se registran la totalidad de las especies, con excepción de ***Loligo gahi***, componente que sí se observó en PSI y BO.

Las distancias calculadas entre las seis zonas de pesca para las cuales se tienen registros de fauna acompañante en el 2002, derivaron en un dendrograma que conformó en términos generales dos grupos, el primero comprendió a todas las zonas de JF, mientras que el segundo agrupó las zonas PSI y BO2 (**Figura 37 A**). Este último grupo presentó una mayor disimilitud (distancia) entre los dos grupos que lo conformaron, a diferencia de la disimilitud observada entre las zonas que conformaron el grupo de JF, que presentaron diferencias menores entre sí (**Figura 37 A**). El plano confeccionado por el *EMM,* corrobora los grupos identificados en el análisis de cluster, al asociar las zonas de JF y representarlas en una región opuesta del plano respecto de PSI y BO, estas últimas a su vez presentan entre sí una mayor distancia que la posible de observar entre las zonas de JF (**Figura 37 B**).

La afinidad observada entre PSI y BO se basó en la ausencia de los siguientes componentes de la fauna, respecto de aquella observada en JF: ***Mustelus mento**, **Dosidicus gigas**, **Sciphozoa sp.**, **Raja sp.**, **Scapiops sp**, **Prionace glauca**, **Neocyttus rhomboidalis**, **Apristurus brunneus**, **Xenomystax atrarius**, **Argyropelecus olfersi**, **Paralepsis atlantica**, **Epigonus robustus**, **Centrolophus niger**, **Nemichthys scolapaceus**, **Macrourus holotrachys**, **Caristiidae sp**, **Decapterus macrosama**, **Mola mola***. Por otro lado, la principal diferencia que presentó JF3 respecto de las demás zonas de JF, fue la ausencia de ***Nemichthys scolapaceus***, mientras que las diferencias que presentó JF4 respecto de estas zonas, fue la ausencia de ***Brama australis**, **Sciphozoa sp.**, **Echinoidea sp***.

5.3. Caracterizar la condición reproductiva del orange roughy en las distintas áreas de pesca

Para caracterizar la condición reproductiva del orange roughy por área de pesca, se analizó un total de 1598 ejemplares recopilados de las capturas de la flota comercial, que operó desde principio de mayo hasta mediados de agosto del 2001. De este total, 890 correspondieron a hembras y 708 a machos (**Tabla 55**). A nivel de monte el número fluctuó entre 160 ejemplares en el BO1 y 308 en JF4, excluyendo JF5 en que se analizaron sólo 9 ejemplares (**Tabla 56**). Además, se estudiaron 488 hembras de alfonsino capturadas en el período mayo-diciembre del 2001, las cuales provinieron principalmente del monte JF1 y JF2 (**Tabla 57**).

5.3.1. Análisis histológico de las gónadas de orange roughy

El análisis microscópico de las gónadas permitió caracterizar el desarrollo del ovario y del testículo, logrando diagnosticar los diferentes estadios de madurez sexual (EMS) descritos en **Tablas 58** y **59**. Así mismo, se confirmó el carácter de desovador sincrónico por grupo o total del orange roughy. En el **Anexo 1** se entrega una caracterización del desarrollo del ovario a partir del análisis histológico de éste.

- **Caracterización microscópica de la dinámica ovárica**

La distribución de frecuencia de los diámetros de los ovocitos en el ovario, permitió caracterizar la evolución del crecimiento del folículo subyacente al proceso de maduración ovárica del orange roughy, entre mayo y agosto. El patrón de desarrollo de los ovocitos evidenció el carácter sincrónico por grupo del ovario, con un sólo grupo modal de ovocitos que maduran, representando la moda que será desovada en la temporada de puesta.

Los ovarios inmaduros (EMS 1), tuvieron una muy baja incidencia durante los cuatro meses analizados y se caracterizaron por presentar un solo grupo modal bajo los 0,5 mm de diámetro, representados principalmente por folículos no vitelinos (nv) y en menor proporción por ovocitos vitelínicos endógenos (ve) (**Figura 38 A**). Esta moda estuvo presente en todos los estadios gonadales (**Figura 39**).

Los ovarios en maduración (EMS 2) presentan una fase prolongada, donde es posible identificar una etapa de maduración temprana y una tardía. Los ovarios en maduración tardía, representaron en mayo una fracción importante de las hembras analizadas. Se caracterizan por presentar ovarios con dos grupos modales de ovocitos bien definidos, uno conformado por ovocitos inmaduros que constituyen el stock para futuros procesos de maduración y otro, que corresponde a un grupo más avanzado, con folículos vitelogénicos exógenos (vt), en una fase final de la vitelogénesis, con diámetros entre los 0,85 y 1,25 mm (**Figuras 38 B** y **39**). En este mes, no se visualizaron ovarios en una fase temprana de vitelogénesis exógena.

En agosto, se observó una pequeña fracción de hembras en EMS 2, pero en un estadio de desarrollo inicial, caracterizada por presentar en el ovario dos grupos modales bien definidos. El grupo modal más avanzado, con un predominio de folículos vitelínicos endógeno (ve), presentó diámetros entre 0,35 y 0,63 mm. Este tipo de folículo corresponde al estadio anterior del comienzo de la vitelogénesis exógena (**Figuras 38 A y 39**).

Los ovarios maduros (EMS 3) aparecen desde finales de mayo. El grupo modal de ovocitos avanzan hacia diámetros mayores, entre 1 y 1,7 mm. Esta moda estuvo representada por folículos vitelogénicos exógenos tardíos (entre 1 y 1,25 mm) y folículos maduros (m), entre los 1,3 a 1,6 mm (**Figuras 38 C** y **39**).

Los ovarios denominados en desove (EMS 4) se manifestaron principalmente desde junio, alcanzando una gran incidencia durante julio-agosto. Se caracterizan por continuar con el desplazamiento de la moda de ovocitos hacia diámetros mayores. Se observó un grupo de ovocitos de gran tamaño (entre los 2 y 2,6 mm), que corresponden a los folículos hidratados (h), listos a ser desovados, persistiendo un grupo de folículos maduros (m) (1,3 a 1,6 mm), los que estarían próximos a hidratarse. Cabe hacer notar, que la presencia de remanentes foliculares (fp), indica que el proceso de hidratación y ovulación se produce en tandas sucesivas, en corto tiempo, hasta desovar todos los ovocitos de la moda (**Figuras 38 D** y **39**).

Las hembras desovadas (EMS 5), se visualizaron principalmente desde finales de junio. El ovario en este estadio se caracteriza porque la moda de ovocitos de mayor diámetro ha sido completamente ovulada, pudiendo quedar unos pocos ovocitos residuales en proceso de reabsorción. La moda presente está representada por folículos no vitelinos y vitelínicos endógenos (bajo los 0,5 mm), entre folículos atrésicos y postovulatorios (**Figuras 38 E y 39**).

- **Análisis de los estadios de madurez gonadal y época de desove**

Para detectar posibles diferencias temporales y espaciales en la manifestación del proceso reproductivo del orange roughy, los estadios gonadales de madurez sexual de machos y hembras se analizaron semanalmente en forma separada por monte de pesca. Las muestras analizadas por semana, monte y sexo se detallan en la **Tabla 55**.

Punta Sierra

En este monte se analizaron 254 ejemplares (116 machos y 138 hembras), con tamaños que fluctuaron entre 32 y 49 cm de longitud de horquilla en los machos y entre 38 y 54 cm en las hembras. Estas muestras se obtuvieron entre la segunda semana de mayo (07/05-13/05) y la primera semana de junio (04/06-10/06). Durante este período, la totalidad de las hembras se encontró en proceso de maduración gonadal tardía (EMS 2), sin evidencia de desove (**Figura 40**). Los machos, en tanto se encontraron mayoritariamente maduros, en estadio EMS 3, registrándose también ejemplares en maduración la segunda y quinta semana de mayo en proporciones de un 8,5% y un 25%, respectivamente. En este período, no hubo evidencia de evacuación de gametos (**Figura 41**).

Bajo O'Higgins 1

En este monte se analizaron 160 ejemplares (65 machos y 95 hembras), con tamaños que fluctuaron entre 35 y 50 cm de longitud de horquilla en los machos y entre 38 y 59 cm en las hembras. Estas muestras se recolectaror entre el 12 de mayo y el 11 de junio. En el caso de las hembras, durante este período la mayor proporción se encontró en EMS 2, en una fase de maduración tardía; sin embargo, en la cuarta semana de mayo, se registró una fracción de ovarios maduros (4%), en desove (4%) y desovados (2%), correspondientes a ejemplares que estarían adelantados al grueso de la población. En la primera semana de junio, aumenta la proporción de hembras maduras (16%); sin embargo, la muestra correspondiente a la segunda semana de junio, presentó nuevamente el 100% de las hembras en maduración tardía (EMS 2), lo que puede estar influenciado por el bajo tamaño de muestra (7). En este monte no se observaron indicios concluyentes como para precisar un período de desove (**Figura 40**). Los machos, en la segunda semana de mayo se encontraron mayoritariamente en el estadio testicular EMS 3 (85,7%),

y el porcentaje restante en reproducción (EMS 4). Posteriormente, en la cuarta semana disminuyó el porcentaje de animales en el EMS 3, aumentando a un 40% los del EMS 4 y a diferencia de la semana anterior, se detectó un 32% en EMS 2. En junio durante la primera semana predominaron los animales en el EMS 3 (84%), mientras que en la segunda semana había un porcentaje similar de peces en los EMS 2 y 3, pero en esta última semana la muestra no es representativa ya que se observaron solo 2 ejemplares (**Figura 41**).

Bajo O'Higgins 2

En este monte se analizaron 260 ejemplares (101 machos y 159 hembras), con tamaños que fluctuaron entre 33 y 50 cm de longitud de horquilla en los machos y entre 30 y 64 cm en las hembras. Estas muestras, cubrieron entre el 30 de mayo y el 02 de julio. Las primeras muestras de finales de mayo (quinta semana), se caracterizaron por tener la mayor proporción de hembras en maduración tardía (EMS 2) (71%), un 10% de ovarios maduros y un 14% de las hembras con signos de regresión gonadal y de haber cesado el desove, indicando un adelantamiento en la actividad reproductiva en relación a la fracción mayoritaria de la población. En la primera semana de junio, la mayoría de las hembras se encontraron maduras (EMS 3) (63%) y una fracción menor aún estaba en maduración gonadal tardía (EMS 2) (25%). Sólo un ejemplar presentó evidencia de estar en desove. Hacia la tercera semana de junio (18/06-24/06), una fracción importante de las hembras se encontró en desove (EMS 4) (83%) y una proporción menor en EMS 3 (13%). En la primera semana de julio (02/07-08/07), es evidente el proceso de liberación de gametos con casi la totalidad de las hembras en esta condición (95%) (**Figura 40**). La actividad testicular reveló, en la quinta semana de mayo, que más de la mitad de los machos (67%) de este sitio estaban en estado de reproducción (EMS 4) y otro grupo importante en actividad de formación de espermatozoides (EMS 3, 28%), mientras que una pequeña parte de los animales se encontraba en reposo gametogénico

(EMS 1). En junio, durante la primera y tercera semana, el mayor porcentaje de animales se hallaba en estado de reproducción (EMS 4). Sin embargo, el porcentaje de ellos es más grande en la tercera semana (91%) y como consecuencia de la evacuación de espermatozoides, se detectaron animales en EMS 5. En la primera semana de julio, los peces en EMS 4 predominaron en 71% sobre los del EMS 5 (29%), estando ausentes los peces en otros estadios de madurez sexual (**Figura 41**). Estos antecedentes permiten postular que el desove en esta área tiene lugar desde la segunda quincena de junio y continúa a la fecha del último muestreo (2 de julio).

Juan Fernández 1

En este monte se analizaron 203 ejemplares (105 machos y 98 hembras), con tamaños que fluctuaron entre 33 y 49 cm de longitud de horquilla en los machos y entre 33 y 53 cm en las hembras. Estas muestras, cubrieron entre el 26 de mayo y el 01 de agosto. La muestra de finales de mayo, estuvo representada por una mayor incidencia de hembras en desove, seguido por ovarios maduros. En junio en tanto, en la segunda y tercera semana se mantiene el predominio de hembras en desove, EMS 4 (sobre 55%), pero se manifiesta una fracción importante de hembras desovadas o en regresión (EMS 5). En la cuarta semana de junio (25/06-01/07), el 100% de las hembras analizadas estaban desovadas o habían finalizado su proceso de puesta (EMS 5). Por su parte, en una muestra tomada en la primera semana de agosto, la totalidad de las hembras se encontraron en maduración (EMS 2), pero en un estadio de desarrollo inicial, preparándose para el próximo evento de desove. La función del testículo mostró que casi totalidad de los machos en las dos últimas semanas de mayo se hallaban en estado de reproducción (EMS 4); en tanto, en la segunda y tercera semana de junio no se encontraron animales en reproducción y como consecuencia de la liberación de gametos se detectaron los EMS 5 y reposo testicular (EMS 1). Posteriormente en agosto, además de los estadios del mes de junio, se registró el EMS 4, con un porcentaje de 10%. Lo

anterior, permite acotar el desove para esta área entre finales de mayo y la tercera semana de junio (**Figuras 40** y **41**).

Juan Fernández 2

En este monte se analizaron 195 ejemplares (65 machos y 130 hembras), con tamaños que fluctuaron entre 32 y 48 cm de longitud de horquilla en los machos y entre 35 y 54 cm en las hembras. En esta área, las colectas abarcaron desde el 04 de junio al 05 de julio. En la primera y segunda semana de junio la fracción predominante estuvo representada por hembras en EMS 2 tardío y en menor proporción, por el EMS 3. En la tercera semana de junio, se observaron 2 ejemplares uno en EMS 3 y otro, EMS 2 tardío. En la cuarta semana de junio es evidente el proceso de desove, con casi la totalidad de hembras en EMS 4 (90%) y en menor grado hembras maduras (7%) y desovadas o en regresión (3%). Durante la primera semana de julio, el 96% de las hembras se encontró en desove y sólo una pequeña fracción se presenta en EMS 5 (4%) (**Figura 40**). Los machos, durante las dos primeras semanas de junio estaban maduros (EMS 3) y en reproducción (EMS 4), fluctuando entre 20-30% y 80-70% respectivamente. En la cuarta semana se constató que un 10% de los animales estaban en regresión (EMS 5) y el resto, se encontraba en reproducción (EMS 4). En julio, se constató que en la primera semana, aproximadamente una cuarta parte de los animales ya había evacuado gametos (EMS 5), mientras que un 70% estaba en reproducción (EMS 4) y un 4% en EMS 3 (**Figura 41**). Lo anterior indica que, en esta zona el desove comenzó desde la cuarta semana de junio y se mantiene hasta la última colecta, el 05 de julio (**Figuras 40** y **41**).

Juan Fernández 3

En este monte se analizaron 209 ejemplares (85 machos y 124 hembras), con tamaños que fluctuaron entre 36 y 50 cm de longitud de horquilla en los machos y entre 28 y 58 cm en las hembras. En esta zona, sólo se obtuvieron muestras entre el 02 y 11 de agosto. Durante la primera (30/07-05/08) y segunda (06/08-12/08) semana de agosto, la muestra se caracterizó por una fracción importante de hembras en plena actividad de desove (EMS 4) (sobre el 87%) y un porcentaje menor de ovarios maduros (EMS 3) y en regresión (EMS 5). En la segunda semana de junio se observó un ejemplar que estaba inmaduro (**Figura 40**). En machos, la función gemetogénica se caracterizó por la predominancia de ejemplares en evacuación de gametos (EMS 4) y en menor grado testículos en regresión (EMS 5), estos últimos se incrementaron hacia la segunda semana de agosto (**Figura 41**).

Juan Fernández 4

En este monte se analizaron 308 ejemplares (164 machos y 144 hembras), con tamaños que fluctuaron entre 35 y 49 cm de longitud de horquilla en los machos y entre 35 y 56 cm en las hembras. En esta área se tuvo la mayor cobertura de muestreo, que abarca desde el 23 de mayo al 30 de julio. Durante la cuarta semana de mayo y segunda de junio, el comportamiento reproductivo de las hembras indica que la mayor proporción de hembras estaba en EMS 2, en una fase de maduración final. En la tercera y cuarta semana de junio, aparece una fracción importante de hembras que están maduras (EMS 3), encontrándose también ovarios en EMS 2 tardío y en menor fracción EMS 1 y 5. En la primera semana de julio, el 50% de las hembras colectadas se encontró en desove (EMS 4) y en igual proporción, ovarios en EMS 3. A partir de la segunda semana de julio, es evidente el proceso de desove, con una mayor proporción de hembras en EMS 4 en la tercera (92%) y

cuarta semana (90%), observándose en menor grado ovarios en EMS 3 y EMS 5. En la primera semana de agosto, la fracción de hembras en desove ha decrecido (50%), a la vez que se ha incrementado el porcentaje de ejemplares que han finalizado el proceso de puesta (EMS 5) (50%). De esto, se deduce que en este monte los desoves comienzan en la primera semana de julio y se mantienen hasta la última colecta (30 julio), donde comienza ha decrecer (**Figura 40**). En machos, entre la cuarta semana de mayo y la primera de junio, los testículos se encontraron principalmente maduros (EMS 3) y en reproducción (EMS 4), con una fracción menor en maduración. En la segunda semana de junio, predominaron los animales en reproducción (EMS 4) (50%), mientras que los EMS 2 y 3, se detectaron en el 8% y 42% de los animales, respectivamente. En la tercera semana de junio, el predominio de testículos en reproducción es evidente, encontrándose en un 80% y en menor proporción estuvieron el estadio EMS 3 (20%). En la primera semana de julio, los EMS 4 y 5 se detectaron en igual porcentaje (50%) en los animales analizados. Durante la segunda semana aumentó a 89% el porcentaje de peces en EMS 4, encontrándose un 11% en EMS 3. Luego, en la tercera semana de julio, se mantiene el predominio de testículos en evacuación de gametos (83%), pero aparece un 15% de machos en la condición de evacuados. En la cuarta semana, el 68% de los machos se mantienen en reproducción, pero se incrementa a un 32%, el estadio de evacuado. Luego en agosto, (primera semana) ya no hay indicios de liberación de gametos, registrándose en igual porcentaje (50%), los estadios EMS 5 y 1, lo que representan el fin de la evacuación y reposo gonadal (**Figura 41**).

Juan Fernández 5

En este sitio, las muestras fueron pequeñas, sólo se analizaron 9 ejemplares recopilados el 03 de julo (7 machos y 2 hembras), cuyos tamaños fluctuaron entre los 40 y 44 cm de longitud de horquilla. Las dos hembras analizadas se encontraban maduras; en tanto los machos, se caracterizaron por estar,

principalmente en plena actividad de liberación de espermatozoides (86%) y en menor fracción maduros (14%) (**Figuras 40** y **41**).

Comparación entre montes

El análisis semanal de la condición reproductiva indica, que las hembras colectadas durante mayo en los montes de PSI, BO1, BO2 y JF4, se encontraban principalmente en su fase final de maduración gonadal (EMS 2). No obstante, el caladero JF1 difiere al presentar a finales de mayo ovarios maduros (EMS 3) y en mayor proporción, hembras que han comenzado a desovar (EMS 4), presentando así un adelantamiento en relación con la actividad reproductiva de los otros montes analizados.

Durante la primera quincena de junio, la mayoría de los montes con muestras mantiene el predominio de la condición EMS 2, en un estado de desarrollo avanzado, exceptuando el caladero BO2 y JF1, que experimentan una evolución en el desarrollo gonadal, con una mayor proporción de hembras que han madurado (EMS 3) en el primero de ellos y con hembras en desove y desovadas en el segundo. En la tercera semana de junio, el monte JF1 mantiene una fracción de hembras en desove, a la vez que se incorpora el monte BO2 con la mayor proporción de ovarios en esta condición. El monte JF2 y JF4 también experimentan un desarrollo gonadal, con la mayoría de las hembras ya en EMS 3, las que comienzan masivamente a desovar en JF2 en la cuarta semana de junio.

Durante julio, todos los montes con colectas (BO2, JF2 y JF4), se caracterizaron por presentar la mayoría de sus hembras en un activo proceso de desove y en menor proporción, hembras en EMS 3 y EMS 5. A comienzo de agosto, en el monte JF4 aumentaron las hembras con regresión gonadal (EMS 5), observándose una atenuación en la actividad de desove. En tanto, en el monte

JF3, hembras colectadas durante la primera y segunda semana de agosto, presentaron un activo proceso de desove, probablemente debido a que en este monte el desove es más tardío en relación a los otros montes.

Con respecto a los machos, durante la segunda semana de mayo se detectó que en el sector PSI y BO1 existen similitud en el alto porcentaje de individuos maduros (EMS 3), pero existe un desfase en la evolución del desarrollo testicular entre ellos. Así en BO1 hay ejemplares en EMS 4 mientras que en PSI aún persisten animales en EMS 2. En la penúltima semana de mayo, las localidades BO1, JF1 y JF4 se caracterizaron por presentar individuos en reproducción. Al término de mes se constató en JF1 y BO2 el predominio de individuos en reproducción (EMS 4), pero también en este último monte un porcentaje aún permanecía en reposo gametogénico (EMS 1) y maduros (EMS 3). Los animales de PSI permanecieron mayoritariamente en el mismo estadio, no registrándose la progresión hacia estadios superiores al EMS 3, situación que se mantiene a principios de junio.

En junio, durante la primera semana la mayoría de los peces se encontraban en EMS 3 y 4, aunque, se observó un leve desfase caracterizado por el retardo del desarrollo de algunos animales de los montes JF4 y BO1, que presentaron EMS 2. En la segunda y tercera semana, se observó en JF1 la presencia de un alto porcentaje de animales evacuados (EMS 5) y en reposo gonadal (EMS 1), los cuales prácticamente no fueron constatados en los caladeros BO1, BO2, JF2 y JF4, donde la mayoría de los ejemplares se encontraban maduros y en reproducción. A finales de junio, en el único monte con muestras (JF2), se detectó individuos evacuados persistiendo un 90% en estadio de reproducción (EMS 4).

En julio, la primera semana mostró en todos los sitios muestreados (JF2, JF4, JF5 y BO2), la mayoría de los individuos evacuados y en reproducción. En JF4, en el resto del mes se mantiene el predominio de la evacuación de gametos (EMS 4), aunque

se incrementa el EMS 5. En la primera semana de agosto, tanto en JF1 como en JF4, los machos se encontraron en EMS 5 (evacuados) y en estado de reposo (EMS 1). Por su parte, en JF3 en la primera quincena de agosto, los animales se encontraban en reproducción (EMS 4) y evacuados (EMS 5), aumentando la participación de este último estadio en la segunda semana de agosto.

Debido al bajo número de ejemplares colectados en el monte JF5, no fue posible realizar un análisis comparativo semanal de la condición reproductiva de sus gónadas respecto a otros montes.

- **Actividad de desove**

Sobre la base de los resultados histológicos de la condición reproductiva de las hembras, asociada a la de los machos, entre la segunda semana de mayo y segunda de agosto del 2001, se determinó el siguiente período de desove para los distintos montes:

Punta Sierra

En este monte, a partir de muestras recopiladas entre el 10 de mayo y 9 de junio, no se encontró evidencia de desove. De manera similar, los machos no evidenciaron estar en reproducción, ya que el máximo desarrollo testicular correspondió al estadio maduro.

Bajo O'Higgins 1

En este monte, a partir de muestras recopiladas entre el 12 de mayo y 11 de junio, no se observó indicios concluyentes como para precisar un período de desove. Los machos, por el contrario mostraron una fracción en proceso de reproducción;

sin embargo, los porcentajes detectados fueron diferentes, así en mayo había un 34% de los ejemplares en este estado y a inicios de junio disminuyó a un 6%.

Bajo O'Higgins 2

En este monte, a partir de muestras recopiladas entre el 30 de mayo y 2 de julio, se postula un desove desde la tercera semana de junio hasta la primera de julio (18/06-02/07). En coincidencia, los machos también estaban en actividad de reproducción, aumentando el porcentaje de evacuados entre la tercera semana de junio y la primera de julio.

Juan Fernández

En la zona de Juan Fernández, el desove se produce entre finales de mayo y segunda semana de agosto y difiere entre montes, registrándose un proceso secuencial. Los machos, en este período también están en reproducción y un porcentaje de ellos desde la tercera semana de junio comienzan el proceso de regresión de la función testicular.

Juan Fernández 1

En este monte, a partir de muestras recopiladas entre el 26 de mayo y el 01 de agosto, se observa desove desde finales de mayo a la tercera semana de junio (26/05-19/06). Los machos, presentan una sincronía con las hembras, con la casi totalidad de ellos en reproducción en mayo. Luego, en la tercera semana de junio alrededor del 90% de ellos ha evacuado los gametos.

Juan Fernández 2

En este monte, a partir de muestras recopiladas entre el 4 de junio y el 05 de julio, se registra un desove desde la cuarta semana de junio hasta la primera semana de julio (última colecta) (25/06-05/07), La actividad gonadal de los machos muestra que ellos han alcanzado la capacidad reproductiva desde la primera semana de junio, la cual persiste hasta inicios de julio.

Juan Fernández 3

En este monte, se recopilaron muestras entre el 02 y 11 de agosto, período en que se observó actividad de desove. De igual forma, los machos presentaron actividad de evacuación reproductiva notable en este período.

Juan Fernández 4

En este monte, a partir de muestras recopiladas entre el 23 de mayo y el 30 de julio, se observa desove durante todo julio (5/07-30/07). En machos, la función reproductiva estuvo presente durante la mayor parte del período muestreado, de modo que el tiempo de desove de las hembras coincide con la presencia de machos con capacidad reproductiva.

En la **Tabla 60** se entrega un cuadro resumen del proceso de desove de orange roughy descrito precedentemente.

5.3.2. Talla de primera madurez sexual

La talla de primera madurez sexual no se pudo estimar para ninguno de los sexos, ya que las capturas estuvieron constituidas básicamente por ejemplares adultos.

En consecuencia, la muestra destinada al estudio reproductivo presentó una muy baja representatividad del estadio inmaduro (EMS 1).

Según el análisis microscópico, el macho más pequeño con actividad gonadal (EMS 4), midió 27 cm de longitud horquilla y correspondió a una muestra tomada el 1 de junio en el monte JF1. Por su parte, la hembra madura más pequeña (EMS 5), midió 33 cm de longitud horquilla y fue colectada el 13 de julio en el monte JF4.

5.3.3. Índice gonádico y época de desove

La evolución semanal del índice gonádico confirmó el proceso de maduración ovárica descrito a través del análisis histológico de los EMS por monte (**Figuras 42** y **43**).

En los montes de PSI y BOH1, en muestras recolectadas entre la segunda semana de mayo y primera de junio, el IGS se mantuvo en valores relativamente estables. En cambio, el monte BOH2 muestra una tendencia creciente del IGS, alcanzando el valor más alto en la primera semana de julio, indicando una mayor actividad reproductiva en este mes (**Figuras 42**).

En el monte de JF1, los índices más altos se registraron entre la cuarta semana de mayo y la primera de junio, disminuyendo a medida que avanza el mes de junio. Esto sugiere que el mayor desarrollo gonadal se produce en los días previos al 26 de mayo. En la cuarta semana de junio se observaron los valores promedio más bajos del índice, siendo representativos de gónadas en regresión o desovadas (**Figura 43**).

En los montes JF2 y JF4, en muestras recolectadas entre finales de mayo y mediado de julio, los valores del IGS presentaron un comportamiento similar a BOH2, observándose el valor más alto en la primera y segunda semana de julio, respectivamente. En tanto en JF3, las muestras recopiladas en la primera

quincena de agosto presentan índices gonádicos altos, característicos de un período de desove (**Figura 43**).

5.3.4. Escala macroscópica apreciativa del desarrollo gonadal

La escala macroscópica apreciativa propuesta en Young ***et al.*** (2000a) y utilizada durante la ejecución del presente proyecto, reflejó fielmente el proceso de desarrollo gonadal validado a través del estudio de la histomorfología ovárica. Además, la cobertura espacio-temporal en las colectas, permitió complementar las escalas macroscópica y microscópica previamente establecidas para hembras de orange roughy.

La clasificación macroscópica del estado de madurez se basa generalmente en los cambios de la apariencia externa de la gónada, asignando tales apreciaciones a estadios tipo del desarrollo de ésta. Sin embargo, tal clasificación puede resultar dificultosa cuando se está frente a situaciones que no resultan ser típicas, considerando que la maduración es un proceso continuo y no discreto, no pudiendo discernir claramente por ejemplo cuando los ovocitos progresan al siguiente estadio. Otro problema, está en que la observación directa de la gónada no permite reconocer procesos masivos de atresia folicular. En este tipo de observación, se depende del criterio y experiencia del muestreador y se pueden cometer errores en la asignación del estadio de madurez de la gónada.

En esta experiencia, en el caso de las hembras, cuando éstas se encontraban inmaduras fueron registrada en maduración (EMS 2, 70%) o desovada (EMS 5, 30%) y cuando estaban en una fase tardía de maduración (EMS 2) la gran mayoría fue clasificada macroscópicamente como madura (EMS 3; 95,8%); en tanto, cuando estaban maduras el porcentaje de acierto fue de un 90%. Por su parte, los estadios claves representativos del proceso reproductivo, en desove y

desovados (EMS 4 y 5), fueron exitosamente reconocidos en un porcentaje bastante alto, pudiéndose identificar claramente el período de desove del orange roughy (**Tabla 61**). En machos la situación es distinta, en general resulta bastante más complicado discernir el estado de madurez del testículo. Cuando los machos se encontraron maduros (EMS 3), un porcentaje alto de éstos fueron bien clasificados por los observadores, pero hay que tener en consideración que macroscópicamente se clasificaron en este estadio el 65% de las muestras, en circunstancia que sólo el 28% se encontraba en esta etapa de desarrollo. En consecuencia, el porcentaje de aciertos en los estadios en reproducción (EMS 4) y evacuados (EMS 5) fue bajo, y estas fases del desarrollo testicular, de acuerdo al análisis histológico, correspondieron al 63% de la muestra de machos estudiados (**Tabla 62**).

5.3.5. Análisis histológico de las gónadas de alfonsino

El análisis microscópico de la condición reproductiva de las gónadas se basó en la clasificación de EMS descritos en Lehodey ***et al***. (1997) (**Tabla 63**).

En el monte JF1 se analizaron 266 hembras entre mayo y diciembre, cuyos tamaños fluctuaron entre 28 y 47 cm de longitud de horquilla, con una talla promedio de 39 cm. Durante este período, no se observó un desarrollo claro de la gónada, puesto que la gran mayoría de los ovarios se encontró en un estadio inmaduro (EMS 2) y en menor proporción en pre-maduración (EMS 3), sin indicios de desove (**Figura 44**).

En el monte de JF2 se analizaron 166 hembras recopiladas entre mayo y agosto, con tamaños que fluctuaron entre los 22 y 48 cm de longitud de horquilla y un valor promedio de 38 cm. Durante todo el período, la muestra se caracterizó por una mayor proporción de ovarios inmaduros (EMS 2) y en menor medida por

ovarios en pre-maduración (EMS 3), maduración temprana (EMS 4) y tardía (EMS 5), no habiendo indicios de desove (**Figura 44**).

En el monte de JF3 se recolectaron 39 hembras entre mayo y octubre. En mayo, junio y julio, la muestra se caracterizó por un predominio de ovarios inmaduros y premaduros, aun cuando se observaron hembras en estadio de maduración temprana y tardía (EMS 4 y 5). En octubre, los 9 ejemplares analizados estaban inmaduros (**Figura 44**).

En los montes de JF4 y JF5 sólo se recolectaron 17 hembras entre mayo y junio. En ambas zonas, las hembras se encontraron en estadios inmaduros (EMS 2) y en pre-maduración (EMS 3) (**Figura 44**).
En términos generales, durante mayo a diciembre la población de alfonsino en todos los montes con colectas, se caracterizó por estar mayormente inmadura (EMS 2) seguido por hembras con ovarios en pre-maduración (EMS 3). Los estadios que involucran incorporación de vitelo (EMS 4 y 5), estuvieron pobremente representados; en tanto, los estadios característicos del proceso reproductivo, en desove y desovados (EMS 6 y 7), estuvieron ausentes. Estos antecedentes, permiten indicar que no hubo una clara evolución en el desarrollo de los ovarios y que el alfonsino, no desovaría durante este período (otoño-primavera) en el área de Juan Fernández. Por su parte el índice gonádico refleja esta condición del recurso, al permanecer relativamente estabilizado espacial y temporalmente (**Figura 45**).

5.3.6. Fecundidad de orange roughy

Para estimar la fecundidad del orange roughy, se analizó un total de 558 hembras capturadas durante el período mayo-agosto en las áreas de Punta Sierra, Bajo O'Higgins y Juan Fernández (**Tabla 64**). La estructura de tamaños de esta

muestra se detalla en la **Tabla 65**, donde se comprueba una amplitud de tallas entre los 36 y 59 cm de LH.

Para el cálculo de la fecundidad total se contabilizaron todos los ovocitos contenidos en la moda avanzada. El recuento se realizó en tres secciones, anterior, medio y posterior del ovario. Se aplicó un análisis de varianza para determinar si existían diferencias en las estimaciones de fecundidad en las tres secciones. El valor de F calculado fue de 0,32 ($\propto$ = 0,05; g.l: (2, 59)). Estos resultados indicaron que las diferencias no fueron significativas, por lo tanto, la fecundidad total para cada hembra se consideró como el promedio entre las porciones, descartándose aquellas donde las estimaciones entre ellas presentaron un coeficiente de variación superior a un 15 %.

En la **Figura 46** se muestra una caracterización de la distribución y dispersión de la fecundidad relativa por monte, donde se aprecia que la mediana de los datos en la mayoría de los montes está en torno a los 60 mil ovocitos por kilo de peso corporal, con la excepción de Punta Sierra, cuyos peces presentaron claramente una mayor fecundidad.

Punta Sierra

Durante mayo, para una muestra de 104 ovarios, se estimó una fecundidad total que fluctuó entre 121.637 y 379.216 ovocitos, para un peso corporal de 1.829 y 3.685 g, respectivamente, con una estimación promedio de 221.479 (DS: 48.879). En junio, para 24 hembras, se estimó una fecundidad promedio de 218.637 ovocitos (DS: 39 525), fluctuando entre 163 817 (2540 g) y 304 944 (4325 g) ovocitos (**Tabla 66**). En ambos meses, la fecundidad relativa promedio fue muy similar, estimándose en 78.578 y 77.065 ovocitos por kilo de peso corporal en mayo y junio, respectivamente (**Tabla 67**).

El tamaño de los ovocitos contabilizados en mayo varió entre 0,9 y 1,4 mm, con un promedio de 1,2 mm de diámetro, y en junio, éstos oscilaron entre 1,1 y 1,6 mm, con un promedio de 1,3 milímetros.

La fecundidad total (FT) presentó un mejor ajuste con el peso corporal (PC), que cuando se relacionó con la longitud del pez (**Figura 47**). La regresión lineal ajustada corresponde a la siguiente ecuación:

$$FT = 58354,38 + 57,069 \cdot PC; \qquad r^2 = 0,42$$

Bajo O'Higgins

En esta zona, en mayo se analizaron 83 hembras, estimándose una fecundidad total promedio de 148.512 ovocitos, con una amplitud que fluctuó entre un mínimo de 36.893 y un máximo de 247.784 para un peso corporal de 1.075 y 3.190 g, respectivamente. En junio, la fecundidad para 127 hembras varió entre 33.668 (1.598 g) y 279.521 (2.630 g), con un promedio de 147.864 ovocitos. En julio, para una muestra de 6 ejemplares se estimó una fecundidad promedio de 122.336 ovocitos, con un mínimo de 39.964 (1.875 g) y un máximo de 192.575 (2.680 g) (**Tabla 66**). Por su parte, en mayo la fecundidad relativa promedio se estimó 59 331 ovocitos por kilo de peso corporal, valor muy similar al estimado en junio que alcanzó a 59 229 ovocitos. En julio fue un poco inferior y se estimó en 52 164 ovocitos (**Tabla 67**).

En mayo se contabilizaron ovocitos entre 0,9 y 1,5 mm de diámetro, con un promedio de 1,25 mm; en junio, los diámetros oscilaron entre 1 y 2,5 mm, con un promedio de 1,6 mm y en julio el diámetro de los ovocitos varió entre 1 y 2,8 milímetros.

La relación entre fecundidad y peso corporal presentó el mejor coeficiente de correlación (**Figura 47**). La regresión lineal ajustada corresponde a la siguiente ecuación:

$$FT = 29092 + 47,204 \cdot PC; \qquad r^2 = 0,25$$

Juan Fernández

En mayo, la fecundidad total promedio para 30 ejemplares fue de 110.242 ovocitos, con una amplitud entre 47.739 y 222.903 para un peso corporal de 1.071 g y 2.350 g, respectivamente. En junio, la fecundidad promedio de 74 ejemplares fue de 140.919, fluctuando entre 36.403 (1.650 g) y 270.075 (3.478 g) ovocitos. En julio para 67 ejemplares, la fecundidad promedio fue de 118.460, con un valor máximo de 204.459 (3.040 g) y un mínimo de 41.511 (1.465 g) ovocitos. En agosto los valores de fecundidad observada variaron entre 51.598 y 338.500 ovocitos, para pesos corporales de 2.079 y 3.141 respectivamente, con un promedio de 150.710 ovocitos (**Tabla 66**). Por su parte, la fecundidad relativa promedio, expresada en número de ovocitos por kilo de peso corporal, fue de 54.640 en mayo, 61.413 en junio, 56.879 en julio, 61.229 en agosto (**Tabla 67**).

En mayo, el diámetro de los ovocitos varió entre 1 y 1,7 mm, con un promedio de 1,3 mm de diámetro. En junio el promedio fue de 1,6 mm, con un mínimo de 1,1 y un máximo de 2,8 mm, en julio y agosto los diámetros fluctuaron entre 1 y 2,8 milímetros.

Nuevamente, el mejor ajuste se obtuvo al relacionar la fecundidad total con el peso corporal de los ejemplares (Fig. 47). El modelo de regresión lineal estimado es el siguiente:

$$FT = 2099,6 + 58,093 \cdot PC; \qquad r^2 = 0,38$$

Al comparar la fecundidad relativa a través de un análisis de varianza, se concluye que existen diferencias significativas en las estimaciones entre los montes (F=31,7; p=0,00; 547 gl). El test de comparaciones múltiples de Scheffé (Neter ***et al***., 1990), claramente discrimina la diferencia de fecundidad entre PSI y el resto de los montes analizados; además, identifica otros dos subgrupos homogéneos que presentan un traslapo de montes (**Tabla 68**). Sobre la base de estos resultados, se puede proponer una agrupación en tres niveles de fecundidad, el primero con el nivel más bajo constituido por JF1 y BO2, un segundo nivel intermedio con los montes JF2, JF3, JF4 y BO1, y un tercer nivel con la fecundidad más alta constituido por PSI.

En la **Tabla 69** se sintetizan las fecundidades totales y relativas estimadas para orange roughy en las principales áreas de pesca a nivel mundial. En términos generales, en Chile se han estimado las mayores fecundidades, que a su vez están asociadas a ejemplares de mayor tamaño. La relación entre la talla y la fecundidad promedio de las muestras analizadas en cada área estudiada, indica que existe una relación lineal, tanto para la fecundidad relativa como la total (**Figura 48**).

5.4. Realizar una pesca exploratoria de nuevas áreas probables de pesca de orange roughy

5.4.1. Área prospectada

Sobre la base de los antecedentes disponibles, en el área de estudio que se extendió entre los paralelos 37° 48’S (sur Punta Morguilla) a 41° 09’S (caleta Hueicolla), se prospectaron cinco sectores, siendo éstos los siguientes:

Sector 1

Localizado al norte de la Isla Mocha (Sur de Punta Morguilla) entre las latitudes 37° 48,5'S y 37° 54,1'S y las longitudes 73° 59,4'W y 74° 11,1'W (**Figura 2**). En esta área, en una pesca exploratoria realizada en 1998, se registró un lance con una captura de 31 kg de orange roughy (Lillo ***et al***., 1999).

Sector 2

Localizado al SSW de la isla Mocha a la altura de puerto Saavedra, entre las latitudes 38° 39,9'S y 38° 54,0'S y las longitudes 74° 00,0'W y 74° 15,9 'W (**Figura 2**). Cabe señalar que este sector fue explorado en 1997, registrándose lances con presencia de orange roughy, cuyas capturas fluctuaron entre 7 y 79 kg (Leiva ***et al***., 1997).

Sector 3

Localizado al SSW de la isla Mocha a la altura de la desembocadura del río Toltén, entre las latitudes 39°05,0'S y 39°10,0'S y las longitudes 74°00,4'W y 74°01,5'W (**Figura 2**).

Sector 4

Localizado al SSW de la Isla Mocha a la altura de Bahía Queule, entre las latitudes 39°18,0'S y 39°35,4'S y las longitudes 73°55,8'W y 74°10,9'W (**Figura 2**). En esta zona, en un crucero realizado en el B/F San Rafael se registraron lances con presencia de esta especie (Andy Smith, com pers, 1998).

Sector 5

Localizado al sur de la Isla Mocha a la altura de Bahía San Pedro entre las latitudes 40°40,2' S y 41°09' S y las longitudes 74°17,4' W y 74°45,6' W (**Figura**

2). En esta zona, en un crucero realizado en el B/F San Rafael también se registraron lances con presencia de esta especie (Andy Smith, com pers, 1998).

5.4.2. Lances por sector y estrato de profundidad

Durante la prospección se realizó un total de 30 lances de arrastre, con un mínimo de 2 lances en el sector 3 y un máximo de 10 lances en el sector 2; en tanto, en los otros tres sectores se realizaron 6 lances en cada uno de ellos. Los lances de pesca se realizaron entre 500 y 1100 metros. de profundidad, con la mayor concentración de éstos entre los 600 y 1000 m (**Tabla 70**).

En la **Tabla 71** se detalla la posición de cada uno de los lances realizados, sus características operacionales y densidades estimadas de orange roughy.

5.4.3. Captura total

Durante la prospección se capturaron 6,8 t, constituida por 45 especies, cuya contribución se detalla en la **Tabla 72**. La especie que presentó la mayor abundancia fue la jibia *(**Dosidicus gigas**)* con un aporte a la captura total del 33,4%, seguido en orden de importancia por el granadero *(**Coelorhynchus chilensis**)* con un 17,5%. En tanto, para la especie de interés, orange roughy (***Hoplostethus atlanticus***), se registró una captura de sólo 6,6 kilos, representando el 0,1 % de la captura total.

5.4.4. Caracterización de los sectores explorados

Sector 1

Muestro acústico

Batimetría

En este sector se realizó un muestreo acústico que tuvo una cobertura de área de 40,2 mn². En esta zona se ubica un monte que se eleva desde los 1100 m de profundidad hasta una cima que alcanza los 425 m en algunos sectores (**Figura 49**). Dicha cima cubre un área de 0,8 mn², considerando las profundidades menores a 475 metros.

Este monte tiene una orientación NW-SW y una extensión de 5,5 mn por 1,25 mn de ancho. Las laderas N, NE y E presentan una pendiente regular, sin mayores accidentes y con fondos blandos, probablemente de fango. Las laderas SW y SE, sin embargo son de pendientes más fuertes e irregulares (**Figura 49**). La cima de la montaña presenta fondos irregulares y en algunos sectores éstos son duros, pero sin grandes cambios de profundidad (**Anexo 2**).

Detección de agregaciones

En este sector, se detectaron registros acústicos significativos en dos áreas, la primera correspondiente a la cima de la montaña existente en el sector, marca que no correspondía a orange roughy, por cuanto en el lance realizado en el lugar no se obtuvo captura de esta especie (**Figura 7** y **Figura 5**; **Anexo 2**, Lance 1). En este lance, las especies predominantes fueron el tollo negro con 130 kg (37,2 %), la jibia con 108 kg (30,9 %) y la merluza austral con 35 kg (10,0%). En la segunda área, localizada al este de la cima y en una profundidad aproximada de 700 m, se

detectaron agregaciones cercanas al fondo (**Figura 49**; **Anexo 2**, Lance 6). En el lance realizado sobre esta marca, tampoco se obtuvo captura de orange roughy, siendo las especies más importantes la jibia y el tollo con 57,3 y 18,3 % de la captura total del lance, respectivamente.

Muestreo con lances de pesca

Captura

En este sector se realizó un total de 6 lances, distribuidos por estrato de profundidad según se indica en la **Tabla 70**. La captura total fue de 2.433 kg, siendo la jibia la principal especie con 1.184 kg (48,7%), seguido en importancia de captura por el granadero chileno con 222 kg (9,1%) y en tercer lugar, por la merluza austral con 114 kg (4,7%). En el caso de orange roughy, su participación en la captura fue marginal, con un aporte que no superó el 0,2% (**Tabla 73**).

El orange roughy se capturó en el lance 3, el cual fue realizado entre los 840 y 875 m de profundidad (**Figura 49**, **Anexo 2**). En este lance, en que se capturaron dos ejemplares de este recurso, las principales especies extraídas fueron el tollo negro y el granadero con un 53,3% y 28,1% de la captura total, respectivamente.

La temperatura del fondo en los lugares de pesca varió entre 3,1 y 5,6º C, registrándose el valor mínimo en un lance realizado entre 944 y 1.000 m de profundidad y el valor máximo, correspondió a un lance efectuado entre 429 y 500 metros.

Índices de abundancia

La especie que presentó el mayor índice de abundancia fue la jibia, con alrededor de 8.800 kg/mn^2, seguido por el granadero chileno y la merluza del sur con 1.645 y 843 kg/mn^2, respectivamente. Para el caso del orange roughy, este valor fue de sólo 28 kg/mn^2 (**Tabla 74**).

Sector 2

Muestro acústico

Batimetría

En este sector se realizó un muestreo acústico con una cobertura de 94 mn². El área norte de este sector se caracterizó por tener pendientes suaves y con orientación este-oeste, con profundidades comprendidas entre los 500 (borde del talud) hasta 1.175 m de profundidad (**Figura 51**).

En el área sur de este sector (38°49,5' S) se observa un aumento en el ancho de la plataforma y una elevación o monte que no alcanza los 775 metros. Así como también, la penetración desde el sur de un cañón con profundidades mayores de 950 m, rompiendo la regularidad observada en la zona norte (**Figura 51**).

En general los fondos en este sector son blandos e irregulares, pero no presentan grandes cambios en profundidad, lo cual permite la realización de lances de pesca en forma segura (Anexo 2, lances 7, 8, 9 y 16).

Detección de agregaciones

En este sector se detectaron cuatro áreas con registros acústicos cercanos al fondo (**Figura 51**, L-7, 8, 11, 14 y 16; **Anexo 2**); sin embargo, no se logró captura de orange roughy, siendo las principales especies capturadas los granaderos y la jibia.

Muestreo con lances de pesca

Captura

En este sector se realizaron 10 lances, distribuidos por estrato de profundidad como se indica en la **Tabla 70**. La captura total obtenida fue de 2.087 kg, siendo la principal especie extraída la jibia con un 684 kg (32,8%), seguido en importancia por el granadero con 338 kg (18,60%) y en tercer lugar por el barbinegra, con 310 kg (14,9%) (**Tabla 73**).

En este sector en el lance 12 realizado entre 788 y 821 m (**Figura 51**, **Anexo 2**), se capturó un ejemplar de orange roughy (1,4 kg), siendo las principales especies capturadas en éste, el barbanegra con un aporte del 46,6% y el granadero con un 18,4%, representando el orange roughy sólo el 1,7% del total.

La temperatura del fondo en los lugares de pesca varió entre 2,6 y 4,8º C, correspondiendo el valor mínimo al obtenido en el lance realizado entre 1.085 y 1.100 m y el valor máximo al lance efectuado entre 520 y 530 metros.

Índices de abundancia

La especie que presentó el mayor índice de abundancia fue la jibia con 2.587 kg/mn^2, seguido por el granadero chileno y el barbanegra con 1.468 y 1.173 kg/mn^2, respectivamente. Para el caso del orange roughy, la abundancia estimada fue de 5,3 kg/mn^2 (**Tabla 74**).

Sector 3

Muestro acústico

En este sector se realizaron lances de pesca al detectarse en el track de navegación algunos registros cercanos al fondo y de baja intensidad, que podrían pertenecer a orange roughy (**Anexo 2**, Lance 17 y 18).

Los fondos del área muestreada son relativamente parejos, pero presentan variaciones de profundidad. Corresponden a fondos blandos, por lo tanto no presentan problemas para las operaciones de pesca.

Muestreo con lances de pesca

Captura

En este sector se realizaron 2 lances entre los 600 y 800 m. de profundidad. La captura total obtenida fue de 490 kg, siendo la principal especie capturada la jibia con 144 kg (29,4%), seguido en orden de importancia por el tollo negro de cachos con 164 kg (33,6%) y en tercer lugar por la merluza austral con 72 kg (14,7%) (**Tabla 73**). En este sector no se registró captura de orange roughy.

La temperatura del fondo en los lugares de pesca fluctuó entre 3,4 y 4,1º C, registrándose los valores más bajos en el lance efectuado entre 757 y 764 m y el valor más alto, en el lance realizado en torno a los 670 m de profundidad.

Índices de abundancia

La especie que presentó el mayor índice de abundancia fue el tollo negro de cachos con 3019 kg/mn^2, seguido por la jibia y la merluza austral con 2692 y 1321 kg/mn^2, respectivamente (**Tabla 74**).

Sector 4

Muestro acústico

Batimetría

Este sector explorado tiene un largo de 15 mn y un ancho promedio de 6,8 mn, con un área total estimada de 130 mn² (**Figura 52**). En este sector, aun cuando los antecedentes aportados por las cartas "Chilean Predicted Bathymetry[5]" indicaban la presencia de una montaña submarina en la posición geográfica 39° 32' S y 74° 06' W, ésta no fue detectada. El sector se caracterizó por presentar pendientes suaves y fondos relativamente parejos, con ausencia absoluta de montañas y cañones submarinos y con una orientación de los veriles norte-sur.

Detección de agregaciones

En este sector se detectaron dos áreas con registros acústicos cercanos al fondo (**Figura 52**, L-20 y 22; **Anexo 2**). Los lances efectuados sobre estas marcas, no indicaron presencia de orange roughy, y las principales especies capturadas fueron los granaderos, el barbanegra, la merluza austral y la merluza de cola.

[5] Seabed Mapping New Zealand Ltda. 1997

Muestreo con lances de pesca

Captura

En este sector se realizaron 6 lances distribuidos por estrato de profundidad como se indica en al **Tabla 70**. La captura total obtenida fue de 955 kg, siendo la principal especie capturada el granadero chileno con 275 kg (28,8%), secundado por el recurso merluza austral con 163 kg (17%) y en tercer lugar por el tollo narigón con 66 kg (7%) (**Tabla 73**).

La temperatura del fondo en los lugares de pesca fluctuó entre 4,5 y 3,1ºC, correspondiendo el mayor valor al obtenido en el lance realizado entre 530 y 540 m de profundidad y el más bajo, al efectuado entre 806 y 820 metros.

Índices de abundancia

En concordancia con las mayores capturas, la especie que presentó el mayor índice de abundancia fue el granadero chileno con 1939 kg/mn^2 , seguido por la merluza austral y el barbanegra con 1145 y 586 kg/mn^2, respectivamente (**Tabla 74**).

Sector 5

Muestro acústico

Batimetría

En este sector, se registró la mayor cobertura de muestreo acústico, con un área prospectada de 483 mn². Tiene un largo de 30 mn y un ancho máximo de 20 mn y se caracteriza, por presentar en el lado SW un cordón montañoso de

aproximadamente 15 mn de longitud por 4 mn de ancho, con profundidades de cima que alcanzan los 550 m en algunos sectores (**Figura 53**).

La depresión intermedia formada entre el cordón montañoso y el talud continental es de 10 mn de largo por 5 mn de ancho (con orientación norte-sur) y su fondo es plano pero irregular, con una profundidad de alrededor de 825 metros. Al oeste del cordón, la pendiente es bastante abrupta, descendiendo desde los 650 m hasta los 1.200 m en una distancia no superior a las 2,5 mn (**Figura 53**).

Detección de agregaciones

En este sector en tres áreas se detectaron registros acústicos en las cercanías del fondo (**Figura 10**, L-27, 28, 29; **Anexo 1**). Cabe destacar la agregación detectada en la posición geográfica 40° 00,1'S – 74° 41,0' W y en una profundidad de 570 m, la cual es similar a la que presenta el orange roughy (**Figura 54**). Sobre esta agregación realizó un lance de pesca (**Figura 55**), siendo las principales especies capturadas la merluza de cola y jibia con un aporte del 51,3 y 37,4 %, respectivamente. En los restantes lances donde se detectaron registros (L-27 y 28, **Anexo 2**), la captura estuvo constituida mayoritariamente por granadero y en menor medida por barbanegra, jibia, merluza austral y merluza de cola.

Captura

En este sector se realizaron 6 lances, distribuidos por estrato de profundidad según se indica en al **Tabla 70**. La captura total obtenida fue de 831 kg siendo la principal especie capturada el granadero chileno con 268 kg (32,2%), en segundo lugar la jibia con 166 kg (20%) y en tercer lugar, la merluza de cola con 131 kg (15,8%) (**Tabla 73**).

En este sector en el lance 28, que fue realizado en torno a los 825 m (**Figura 53**, **Anexo 2**), se capturó un ejemplar de orange roughy (1,4 kg). Las principales especies extraídas en este lance fueron el granadero chileno con un aporte del 46,3 %, seguido del barbanegra y merluza austral con una participación similar del 16,1% cada uno, representando el orange roughy sólo el 1,8% de la captura total.

La temperatura del fondo en los lugares de pesca varió entre 3,4 y 4,6º C, correspondiendo el valor mínimo al lance efectuado entre 822 y 828 m, en tanto el máximo registro a un lance realizado entre 524 y 618 metros.

Índices de abundancia

La especie que presentó el mayor índice de abundancia fue el granadero chileno con 2.271 kg/mn^2, seguido por la jibia y la merluza de cola con 1.406 y 1.110 kgmn^2, respectivamente. Para el caso del orange roughy este valor fue de 12 kg/mn^2 (**Tabla 74**).

5.4.5. Características biológicas de los orange roughy capturado

Los orange roughy capturados correspondieron a ejemplares adultos, que midieron entre 37 y 48 cm de longitud de horquilla con pesos que fluctuaron entre 1.150 y 1.650 gramos. Estos peces se encontraban en un estado avanzado de madurez y desovados, con estómagos casi vacíos, detectándose en el contenido restos de cefalópodos y crustáceos.

5.4.6. Distribución espacial de los recursos

En las **Figuras 56** a **60** se presentan las distribuciones espaciales de los principales recursos capturados en los lances de pesca exploratorios. En ellas se observa que el recurso orange roughy mostró presencia en las zonas 1, 2 y 5, con niveles de abundancia inferiores a 200 kg/mn² (**Figura 56 a**). Los recursos merluza

austral y bacalao de profundidad, en relación al orange roughy presentaron un mayor índice de abundancia en la totalidad de las zonas exploradas, destacando la merluza austral, con índices de abundancia en algunos sectores mayores a 500 kg/mn² (**Figura 56 b** y **c**).

La merluza de cola mostró con niveles medios de abundancia (**Figura 57 a**), siendo los lances más oceánicos en los sectores 1 y 5 los que presentaron los mayores valores (>2200 kg/mn²). El granadero chileno presentó una alta cobertura, encontrándose en todos los lances de prospección, con abundancias que en algunos casos supera los 2000 kg/mn² (**Figura 57 b**). El barbanegra presenta menor cobertura espacial, destacando los sectores 2 y 4 con las mayores abundancias, reportándose en los lances ubicados en profundidades entre 850 y 950 m (**Figuras 51**, **52** y **57 c**).

En la **Figura 58** se muestra la distribución de los recursos jibia, camarón tipo nailon y gamba. Cabe destacar que la jibia es el recurso de mayor presencia en todos los sectores explorados (**Figura 58 a**), destacando las zonas 1 y 2, con abundancias mayores a 4.500 kg/mn². El camarón tipo nailon presenta abundancias bastante menores, siendo los sectores 1, 4 y 5 los de mayor importancia para este recurso (**Figura 58 b**). El sector 2, no mostró presencia de este recurso. La gamba por su parte, sólo se encontró en los sectores 1 y 2 y en menor medida, se registró presencia en el sector 3, con valores que no superan los 75 kg/mn² (**Figura 58 c**).

El recurso raya estuvo presente en los lances ubicados en los extremos este de cada sector, asociados a menor profundidad, siendo la raya volantín, la que muestra los mayores niveles de abundancia encontrados (**Figura 59 b**). Cabe destacar que en general en los lances donde se capturó raya moteada (**Figura 59 a**), no se detectó raya volantín, siendo esta última más abundante en los sectores medios del área de estudio (sectores 2, 3 y 4). La raya plomiza cola espinuda, fue la segunda

en importancia de las rayas encontradas, siendo destacable los sectores 4 y 5, con abundancias mayores a 520 kg/mn² (**Figura 59 c**).

Los recursos tollo, tollo narigón y tollo de cachos estuvieron presentes en todos los sectores explorados, siendo el tollo negro de cachos la especie más abundante, pues se encontró en la mayoría de los lances de pesca. Se destacan los sectores 1 y 2, con niveles de abundancia superiores a 500 kg/mn². Hacia los sectores más australes, estos niveles disminuyeron (**Figuras 60 a**, **b** y **c**).

6. DISCUSIÓN

La pesquería de orange roughy en Chile se caracteriza por presentar un alto grado de concentración espacial y temporal de la actividad. En la actualidad, ésta se desarrolla en la zona central del país, en tres áreas específicas, Archipiélago de Juan Fernández, Bajo O`Higgins y Punta Sierra. Las dos primeras corresponden a áreas oceánicas, distantes del continente sobre las 100 mn; en tanto, la última se encuentra bastante próxima a la costa, a una distancia de 9 millas náuticas. Dada la separación geográfica de estas áreas y la discontinuidad en la distribución del recurso, Young ***et al.*** (2000[b]) señalan que estas tres áreas pueden ser consideradas unidades de stock diferentes. A su vez, la actividad se ha desarrollado bastante acotada a la temporada de otoño invierno, sobre las agregaciones reproductivas que concurren cada año en torno a los montes submarinos.

El conocimiento que existe del orange roughy en Chile, emana principalmente del monitoreo de la operación de la flota comercial, lo que limita tener un conocimiento más integral de este recurso debido, como se indicó anteriormente, a la concentración espacial y temporal de la actividad. Un elemento importante a tener en consideración es que la pesquería de orange roughy en Chile, al igual que en las otras regiones donde ha sido capturado, se inició sin tener un conocimiento acerca de la abundancia del o los stock. Por lo tanto, la actual incertidumbre sobre el tamaño de éstos tiene una implicancia importante en el manejo de esta pesquería, particularmente en el nivel de captura que debería ser aplicado a cada stock. Sobre la base de la experiencia registrada en otras áreas, en Chile se debe aplicar un enfoque precautorio de manejo de la pesquería en esta fase de desarrollo, donde la estructura espacial del recurso es un aspecto importante de tener en cuenta para evitar la concentración excesiva del esfuerzo de pesca sobre algunos stocks. En esta perspectiva, el monitoreo de las áreas de pesca se realiza a una escala espacial de monte submarino.

Los niveles de captura aplicados en Chile, comparativamente con otras regiones, en términos generales han sido moderados, pero se observa un grado de concentración de la actividad en algunos montes; en efecto, en el 2000 el esfuerzo y la captura presentan una de agregación en JF2 y JF4 y en el 2001, en JF1, JF2 y JF4.

En cuanto a la operación temporal de la flota, entre años se observan algunas variantes, asociado a un proceso de aprendizaje de parte del pescador. En 1999 hubo una actividad de carácter exploratorio en febrero sin éxito de captura, reiniciándose las operaciones nuevamente a fines de junio, con niveles de esfuerzo bajos, para extenderse hasta octubre. En esta temporada de pesca el esfuerzo se concentró en agosto, obteniéndose en este mes el 67% de las capturas (Young ***et al***., 2000[a]). En el 2000 y 2001, la temporada fue más corta, comenzó en mayo y finalizó en agosto, con el mayor registro de pesca entre junio y julio, con alrededor del 70% de la captura. En el primer año de la pesquería no hubo una sincronización del esfuerzo con la máxima concentración reproductiva, que se produce entre los meses de junio-julio, lo que explicaría el bajo consumo de la cuota de captura en dicho año, que no superó el 50%.

Durante la temporada 2001, la flota en su principal área de pesca, Juan Fernández, presentó un desplazamiento secuencial de la actividad entre montes, acorde con el comportamiento reproductivo que presenta la especie por monte y que ha sido descrito por Young ***et al***. (2000[b]) y que se corrobora con los resultados obtenidos en el presente estudio.

En esta pesquería las capturas por lance presentaron una gran variabilidad, comportamiento característico de esta variable en el período reproductivo. Si éstas se categorizan en tres niveles, baja (<= 1t), media (1<C<10 t) y alta (>= 10 t), se tiene que el 58% de los lances presentaron capturas bajas, dentro de los cuales hay que destacar que la mitad corresponden a lances con capturas cero; un 25%

presentó capturas medias y el 16% restante altas, en estas últimas destacan lances con capturas de 69 t en PSI y 60 t en JF1. Esta situación es muy similar a lo observado durante el 2000, pero difiere en relación al primer año de la pesquería, en que la mayor proporción de los lances no registró captura (41%) y los lances de la categoría alta no superaron el 5%. Esta alta presencia de lances sin captura, también ha sido reportada para pesquerías de este recurso en otras áreas (Clark y Anderson, 2001).

La industria asociada al procesamiento de orange roughy se localizó básicamente en la VIII región y estuvo conformada por tres plantas, las cuales concentraron el 18% de la producción regional de productos pesqueros para consumo humano. Se trata de empresas que destacan, entre las 23 en actual operación en la región (considerando sólo la producción a partir de peces), por presentar un tamaño productivo mediano a grande y por mantener cierta estabilidad en el empleo durante el año. En la producción de congelados, la región posee una capacidad instalada de cerca de 60 toneladas/hora de materia prima. De ésta, más del 30% (19 t/hora) corresponde a la capacidad de proceso de productos congelados de las tres empresas, que entre otros recursos procesan orange roughy y alfonsino. En esta línea de elaboración, es destacable la alta eficiencia de las plantas de proceso en el uso de las instalaciones, investigaciones recientes[6] indican que la región presenta un 95% de eficiencia, en tanto que la capacidad ociosa[7] no supera el 20%. Indudablemente, estos indicadores positivos son el resultado de la diversificación de la materia prima, conjuntamente con la planificación de la producción y una buena gestión a nivel de proveedores.

La producción, que corresponde principalmente a filete congelado, se destina en su totalidad al mercado americano, el cual absorbe además parte importante de la producción de los restantes países exportadores de orange roughy.

[6] Proyecto "Investigación Situación Pesquería Demersal Centro Sur", IFOP 2003.
[7] Considerando una capacidad potencial de 16 horas diarias durante 25 días al mes.

Las capturas de orange roughy se caracterizan por estar constituidas básicamente por ejemplares adultos y las distribuciones de tamaño por área presentan entre años una estructura muy similar, exceptuando el monte BO1 que en el 2001 presenta una estructura desfasada hacia tallas mayores. Consistente con lo anterior, las longitudes promedio muestran una relativa estabilidad entre años. Esta estabilidad observada es un resultado esperable, dado el corto período que ha transcurrido de la pesquería en relación a la alta longevidad de la especie, que se estima vive más allá de 150 años (Fenton ***et al.***, 1991, Gili ***et al.***, 2002). En la literatura, para stocks de orange roughy que han sido fuertemente explotados, se reporta una estabilidad similar en la estructura de longitudes frente a una sustancial disminución del tamaño del stock, como es el caso de Nueva Zelanda (Clark & Tracey, 1994; Clark, 1998) y Australia (Bax 1997 citado por Clark, 1998).

Las estructuras de tallas de las capturas de orange roughy y alfonsino fueron comparados, mediante el uso de modelos lineales generalizados (*GLM)*, aplicando una regresión logística ordinal (Rindorf & Lewy, 2001; Dobson, 2002). Es importante destacar que la comparación de las distribuciones de talla ha sido un tema muy poco abordada en el ámbito pesquero, no obstante, que existen distintos procedimientos estadísticos que han sido diseñados para comparar distribuciones multinomiales (Saavedra ***et al.***, 2003).

En el modelo se tomaron en consideración dos factores que pueden estar influenciando las distribuciones. Estos factores son el sexo y la zona donde se desarrolla la pesca (montes), el factor estacional no se consideró puesto que la flota muestra un alto grado de agregación temporal, monte dependiente, lo que impide la comparación entre meses. El modelo empleado permite además de estimar las proporciones, incorporar en el ajuste estos factores y realizar inferencias y/o pruebas de hipótesis respecto de éstos. En el caso del orange roughy, se comparó el factor sexo en dos montes y posteriormente sobre la base

del resultado obtenido, para cada sexo se contrastaron las distribuciones entre montes, lo anterior por un problema que se generó en la matriz de diseño por la ausencia de datos.

Los resultados muestran que las distribuciones de talla de orange roughy presentan diferencias estadísticamente significativas entre sexos, alcanzando las hembras un mayor tamaño que los machos, patrón característico de muchas especies demersales. A nivel de sexo, entre las zonas comparadas también se registran diferencias en las estructuras, el análisis permite precisar una similitud estadística en las distribuciones de talla en tres grupos. En el caso de los machos, uno está compuesto por los montes F1, JF2 y BO2 otro, por JF4 y PSI y el tercero corresponde a JF3 que difiere a todos los anteriores; en tanto en hembras, estas tres agrupaciones también se distinguen, pero con la diferencia que el monte BO2 presentó una mayor similitud con JF4 y PSI. Un aspecto importante de destacar es la sensibilidad del estadístico de comparación frente a los tamaños de muestra.

En alfonsino las capturas correspondieron tanto a ejemplares adultos como juveniles, pero con un claro predominio de los primeros, a diferencia del año 1999 y 2000 donde se reportó una proporción alta de juveniles en la captura, asociado principalmente a la utilización de redes de arrastre de mediagua en dicho año (Young ***et al***., 2000ª, Tascheri ***et al***., 2001). La comparación de las estructuras de talla, indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre sexo y zona. De los tres montes contrastados (JF1, JF2 y JF4), dos de ellos presentaron estructuras similares desde un punto de vista estadístico, JF2 y JF4.

En orange roughy la proporción sexual en la captura presentó una alta variabilidad entre lances y zonas, estimándose un predominio de los machos en cinco de los ocho montes frecuentados por la flota. La proporción de machos, varió entre un 36% en BO2 y un 71% en JF2, estimaciones que presentan un adecuado nivel de

precisión, como consecuencia de una cobertura censal de viajes. En orange roughy, este índice presenta una variabilidad inherente alta entre lances; por lo tanto, para su estimación se demanda un tamaño de muestra alto de lances, no así de ejemplares al interior del lance, como lo demuestra Young ***et al.*** (2003) en un estudio de simulación. Estos mismos autores concluyen, que a diferencia de la proporción sexual, la estimación de la talla media es bastante precisa a partir de muy pequeños tamaños de muestra de lances y de ejemplares por lance, destacando a éste como un buen indicador a monitorear con bajos requerimientos de datos. Este aspecto ya ha sido señalado anteriormente por Kritzer ***et al.*** (2001), quienes ven ventajas en el seguimiento de la talla media desde el punto de vista del manejo, particularmente cuando se trata de pesquerías multiespecíficas.

En relación a la variabilidad de la proporción de sexo, Pankhurst (1988) señala que es probable que los machos lleguen primero a las áreas de desove, forman agregaciones cerca del fondo y a medida que las hembras arriban al área, éstos se mueven hacia zonas intermedias de la columna de agua. Las diferencias observadas por este autor en la proporción sexual entre diferentes lances en una misma agregación desovante, muestran una marcada segregación por sexo. Esto último también ha sido reportado para esta especie por Bulman ***et al.*** (1994), Lillo ***et al.*** (1999) y Young ***et al.*** (2000[a]).

En orange roughy se estimó el factor de condición de los peces, mediante el uso de un modelo de regresión, que permite poner a prueba de un modo simple determinadas hipótesis acerca de ésta y además, superar las desventajas del estimador de razón que se usa tradicionalmente para este efecto, aun así en este caso también existen supuestos que deben ser observados (Patterson, 1992).

La temporada de pesca coincide con el período reproductivo del recurso, durante el cual estudios de alimentación de esta especie han reportado una mayor proporción de estómagos vacíos (Labbé y Arana, 2001; Rosecchi ***et al.***, 1988; Clark ***et al.,*** 2000), mientras que la alimentación es más intensa durante el período de desarrollo gonadal (Liwoch and Linkowski, 1986; *fide* Branch, 2001). Por otra parte, Bulman y Koslow (1992) indican que esta especie podría ser un predador oportunista, sugiriendo que la variabilidad observada en sus datos posiblemente reflejó la variabilidad espacial y temporal en la abundancia de especies presa. Esta variación estacional en la dieta también fue reportada por Rosecchi ***et al***. (1988). La alta incidencia de estómagos vacíos normalmente observada en esta especie, se ajusta a un patrón general descrito para predadores de aguas profundas, que se alimentan de grandes invertebrados y peces y, se ha sugerido que este patrón indica una alimentación infrecuente con tasas de digestión rápidas (Bulman y Koslow, *op. cit*.). Estos últimos autores, estimaron también que el metabolismo del orange roughy es alto, lo que deriva en una tasa de crecimiento excepcionalmente baja.

Los antecedentes disponibles permiten especular que la mayor condición media observada en Punta Sierra, se encontraría relacionada con el período de maduración gonadal, dado que no se han recolectado ejemplares en desove en esta zona. Por su parte las variaciones observadas entre zonas, dada la escasa variabilidad interanual registrada, no se encontrarían asociadas a una disponibilidad diferencial de alimento en el espacio, sino más bien podría ser una característica conservativa de las agregaciones que se concentran en los diferentes montes. Diversos estudios en peces han señalado una relación entre el peso del ovario y el estado nutricional, sugiriendo un mayor crecimiento reproductivo en peces con mejor condición somática (Rajasilta, 1992; Blanchard ***et al***., 2003), sin embargo las diferencias en condición observadas entre zonas, no presentaron coherencia con las diferencias observadas en la fecundidad relativa.

Si bien Punta Sierra presentó la mayor fecundidad, en concordancia con la mayor condición promedio observada en esta área, JF4 y BO1 presentaron valores similares de fecundidad relativa, pero una notable diferencia en la condición media.

La captura de orange roughy registra una alta dominancia de la especie objetivo en términos de número y peso, por tanto para realizar un registro de fauna se requiere de un muestreo dirigido ya que la selección aleatoria de la muestra derivaría necesariamente en un escaso registro de la fauna asociada (debido a la baja probabilidad de aparición en la muestra). En este mismo sentido, el registro de datos de presencia y ausencia cumple el propósito de generar un listado de las especies, que no constituyen especies objetivo y que son vulneradas por la acción de la red de arrastre. Dado que en esta pesquería el énfasis parece estar más bien sobre el efecto negativo que la pesca puede tener sobre la biodiversidad y el hábitat, más bien que en la mortalidad por pesca de otros recursos (interacción entre pesquerías), el registro de datos de presencia y ausencia es una información útil de recolectar. Por otro lado, el registro de datos de importancia relativa requeriría de un esfuerzo de muestreo difícil de coordinar en la práctica, considerando que el observador embarcado es requerido para tomar una amplia gama de datos bio-pesqueros, por lo que se requeriría un observador adicional.

Las desventajas de los datos de presencia-ausencia son evidentes, la principal es que todas las especies tienen igual ponderación, lo que no permite visualizar cambios en la importancia relativa entre zonas y años, ni formarse una idea preliminar de cuales especies son más importantes en este sentido. Por otro lado al encontrarse los lances de pesca dirigidos a la captura de orange roughy, donde se usa un particular tipo de red y la distribución del esfuerzo en las zonas de pesca es irregular en el tiempo y espacio, la información recolectada acerca de las especies que conforman este sistema faunístico presenta un grado de sesgo. Las asociaciones encontradas, deben entonces ser interpretados con precaución,

dado que los datos recolectados no corresponden a un registro exhaustivo de la fauna asociada. Otra situación necesaria de notar, es que la presencia o ausencia de componentes del necton que presentan amplia distribución tales como ***Dosidicus gigas**, **Brama australis**, o especies sésiles* que son capturadas circunstancialmente, como ***Sciphozoa sp.*** ó ***Echinoidea sp***, estarían determinando diferencias que no son constantes en el tiempo, lo que explica por ejemplo algunos cambios entre años en las medidas de distancia, como el observado entre PSI y BO2.

A partir de los datos analizados y en vista de su constancia entre años, se puede concluir, que la presencia de componentes de la fauna asociada a las capturas de orange roughy, presenta diferencias entre el área de Juan Fernández y aquella del Bajo O'Higgins y Punta Sierra, siendo estas dos últimas zonas de mayor similitud entre sí.

Probert ***et al.,*** (1997) *fide* Branch (2001), examinaron la captura de lances realizados sobre el hábitat no explotado de orange roughy e infirieron posibles impactos en la comunidad bentónica. La mayor captura de fauna acompañante fueron corales, sugiriendo estos autores que tales parches de coral podrían requerir hasta 100 años para recuperarse de los efectos de la pesca de arrastre. Al respecto, en la pesquería chilena la presencia de coral en la captura era abundante hasta la temporada 2001, cuando el tren de arrastre incorporó ruedas de mayor altura, esto evidentemente evitó su presencia en la captura pero posiblemente el deterioro del hábitat a este respecto continúa. Clark (1999), cuestionó la sustentabilidad del recurso considerando que el aparejo de arrastre pude tener efectos de larga duración sobre su hábitat. Clark ***et al.,*** (2000) presentó evidencia adicional de que la pesca de arrastre deteriora el hábitat ya que estos autores encontraron que 10 de 18 especies componentes de la fauna acompañante, presentaron declinación en su abundancia a causa de la pesca. Estas observaciones cobran importancia, en vista que una de la hipótesis

vigentes, enunciadas para explicar la rápida declinación en las tasas de captura en estas pesquerías, alude a perturbaciones atribuibles a la presión de pesca (Kirchner y McAllister, 2002).

El ciclo de maduración del orange roughy en las distintas áreas de pesca no ha sido posible de caracterizar en toda su extensión, debido a la concentración espacial y temporal de la flota en ciertas zonas y caladeros. Esta situación, sólo permite contar con muestreos de gónadas para áreas y períodos acotados de pesca, esto es particularmente importante en ciertas zonas donde la flota opera con menor frecuencia o con escasa continuidad temporal como sucede en JF3, PSI y BOH.

De acuerdo a lo reportado por Young *et al* (2000[a], 2000[b]), el orange roughy es un desovador sincrónico (total) y presenta un desove secuencial entre montes, comenzando en JF1 (mayo-junio), seguido de JF2 y BO2 (junio-julio), JF4 (julio) y finalmente JF3 (agosto), que es el monte donde más tardíamente desova el orange roughy. Para el monte BO1 y PSI no se tuvo evidencias de desove en el período que la flota frecuentó estos caladeros (mayo inicios de junio).

Sobre la base de la información histológica analizada en este estudio, se aprecia una consistencia con el patrón de maduración y desove descrito anteriormente. Si bien, los mayores desoves se presentaron en invierno, hembras con evidencia de desove fueron recolectadas ya desde fines de mayo. En los montes con pesca, los primeros indicios de desove se observaron en JF1, en muestras de finales de mayo, seguido en la tercera semana de junio en BO2; en la cuarta de junio en JF2; en la primera semana de julio en JF4; y por último en la primera semana de agosto en JF3. Hasta la primera semana de junio, los montes de PSI y BO1 no evidenciaron signos de desove. El análisis de la evolución del índice gonadosomático y de los estados de madurez macroscópicos de las hembras,

confirmó el proceso de desarrollo gonadal visualizado a través del estudio histológico.

Observaciones realizadas en cuatro áreas de pesca en Australia mostraron que el inicio del desove también varió de acuerdo al área geográfica, presentándose a mediados de junio o a mediados de julio (Bell ***et al.,*** 1992). Lo que también es reportado por Pankhurst (1988) en Nueva Zelanda, quien observa variaciones en el inicio del desove de hasta 3 semanas entre las áreas de pesca, las que atribuye a diferencias de fotoperíodo entre las áreas, como un factor crítico en la determinación del evento de desove.

En el monte JF4 se tuvo la mayor cobertura de muestra, registrándose, de acuerdo a observaciones de hembras en desove y desovadas, una actividad de desove durante 5 semanas. En Nueva Zelanda, Pankhurst (1988) deduce una longitud del período de puesta de no más de 3 semanas.

El análisis del patrón de desarrollo de los ovocitos en orange roughy evidenció el carácter sincrónico del ovario, con un sólo grupo modal que maduran y representan la población de ovocitos que serán desovados en la temporada de puesta. La presencia de remanentes foliculares (folículos postovulatorios), entre ovocitos hidratados y maduros, indicarían que los procesos de hidratación y ovulación se producirían en tandas sucesivas desde la población de ovocitos maduros. Esto calificaría al orange roughy como un desovador parcial pero con fecundidad anual determinada. Este tipo de estrategia reproductiva también ha sido observada en la merluza de tres aletas por Pájaro y Macchi (2001), quienes lo señalan sobre la base del análisis histológico y la distribución de frecuencia de diámetros de los ovocitos en hembras maduras capturadas en el atlántico sur.

Por su parte, el funcionamiento testicular de orange roughy reveló que la producción de gametos es cíclica, la cual se expresa en 5 estadios discretos; a través de los cambios histológicos de la organización del epitelio germinativo de los túbulos seminíferos, como consecuencia de las variaciones cualitativas de la progresión de las células de la línea germinal. Consecuentemente, el testículo presenta cambios de tamaño y masa, las que se reflejan macroscópicamente en la relación porcentual del órgano con la masa corporal (IGS) y además, se expresan en los estadios de madurez sexual (EMS). El reinicio de la actividad testicular ocurrió en el período comprendido entre mediado y fines de otoño, aunque no sincronizadamente en todas las poblaciones. La máxima capacidad reproductiva los organismos la alcanzaron a mitad de otoño, persistiendo durante invierno.

Al comparar las asignaciones macroscópicas de las hembras que realizaron los observadores a bordo, con las asignaciones microscópicas, se concluye que existen errores de asignación principalmente en los estadios macroscópicos EMS 1 y 2. En el caso del EMS 1, este se confunde con el EMS 2 y 5, lo que se explica por ser estadios funcionales extremos y que macroscópicamente pueden en un momento llegar a ser similares. El EMS 2 en la mayoría de las observaciones fue asignado como EMS 3, lo que puede ser explicado por el hecho que gran parte de las muestras corresponden a ejemplares que se encuentra en una fase terminal de maduración, por lo cual es fácil confundirlo con el EMS 3; además, los observadores no tienen parámetros de contraste, ya que las fases iniciales y medias de este estadio no aparecen mayoritariamente en los muestreos. En relación a este punto, cabe precisar que el EMS 2 corresponde al estadio que involucra un desarrollo más prolongado, razón por la cual en muchas escalas éste es subdividido en inicial, medio y final. Si bien, en la asignación de los EMS 3, 4 y 5 hubo errores, en términos generales, estos estadios claves representativos del proceso reproductivo, fueron exitosamente reconocidos, pudiendo identificarse claramente el período de desove. Las discrepancias en el EMS 5 se explican

también, porque el inicio de los procesos de atresia folicular, característicos de la disminución de la actividad reproductiva, no pueden visualizarse mediante la observación directa de la gónada. Por otra parte, en el caso de los machos la probabilidad de error se incrementó bastante, debido a que los cambios morfológicos del testículo asociados a la madurez sexual, a diferencia de las hembras, no son tan notorios, por lo tanto para realizar un correcta asignación se requiere de observadores científicos con mucha experiencia. Anderson 2001, reconoce las dificultades de los observadores para interpretar los estadios macroscópicos de los machos de orange roughy.

La fecundidad total observada en las áreas de PSI, BOH y JF, en el período mayo-agosto, fue superior al rango de fecundidad estimado para el orange roughy de Australia y Nueva Zelanda, los cuales fluctuaron en un rango de 10.000 a 93.500 ovocitos (Bell, 1989) y de 11.000 a 180.000 ovocitos (Clark ***et al***., 1994), respectivamente. Cabe destacar, que la longitud de los ejemplares analizados en este estudio osciló en promedio por monte entre los 40 y 43 cm de longitud estándar (LE), tamaños superiores al de los ejemplares analizados en Nueva Zelanda y Australia, los que variaron en promedio desde 33 hasta 38 cm LE. Considerando que la fecundidad es dependiente del tamaño del pez, estas diferencias entre longitudes explicarían los valores más altos de fecundidad total estimada para Chile. El orange roughy presenta un crecimiento lento, por lo tanto diferencias pequeñas en magnitud podrían significar varios años de vida (Bagenal, 1978*; fide* Clark ***et al***., 1994) y además, los antecedentes indican que la fecundidad se ve afectada positivamente con la edad de los individuos.

La fecundidad relativa (número de ovocitos por kilogramo de pez), también es superior a la señalada en literatura, las cuales para Nueva Zelanda fluctúan entre 26.000 y 31.500 ovocitos, con excepción de una área en la cual fue de 49 mil ovocitos, los autores menciona como posible causa de esta diferencia el mayor

peso de los ejemplares en este lugar (Clark ***et al.,*** 1994). En este estudio la fecundidad relativa en promedio fue de 59 mil para Juan Fernández y Bajo O'Higgins y de 78 mil para Punta Sierra, área que presenta en promedio pesos corporales superiores. Clark ***et al.*** (1994.), también citan diferencias de fecundidad entre zonas de Nueva Zelanda, atribuibles a peces de diferentes stock.

En Chile no se han llevado a cabo estudios orientados a identificar unidades de stock en orange roughy; sin embargo, como se indicó anteriormente, dada la separación geográfica y la discontinuidad en la distribución del recurso, las áreas de Juan Fernández, Bajo O´Higgins y Punta Sierra pueden ser consideradas como stock diferentes. En Juan Fernández, la presencia de poblaciones desovantes separadas entre montes puede constituir la base para una identificación preliminar de stock, en este esquema los peces de JF1 pueden ser diferentes a los peces de JF3, esto se refuerza con las diferencias observadas en la fecundidad y el tamaño de los peces entre ellos. El monte de Punta Sierra, aparte de encontrarse bastante separado del resto de los montes y próximo a la costa, se caracteriza por presentar los peces con mayor fecundidad, diferenciándose claramente de los peces capturados en las otras áreas.

En cuanto a la pesca exploratoria realizada en julio de 2003 al sur del paralelo 37°S, se puede señalar que en el área prospectada (747 mn^2) sólo se detectaron dos montañas submarinas, una localizada en el sector 1 (37° 50,7'S-74° 07,2'W) y que alcanza una profundidad mínima de 425 m y la segunda, que se ubicó en el sector 2 (38° 51'S-74° 10,2'W) con una profundidad de 775 metros. En el total de sectores prospectados, los fondos correspondieron en su mayoría a áreas relativamente planas y de fondos blandos, donde es posible realizar lances de arrastre sin grandes riesgos para el arte de pesca, la excepción la constituye la cima de la montaña detectada en el sector 1 y el cañón localizado en el extremo sur del sector 2.

La principal especie capturada correspondió a la jibia, que no obstante ser una especie pelágica presenta una amplia distribución vertical, encontrándose desde la superficie hasta los 1200 m de profundidad (Yatsu ***et al***., 1999 *fide* Nigmatullin ***et al***., 2001). Esta mayor presencia en las capturas, se explica por la gran abundancia de jibia que caracterizó el sistema de Humbolt desde fines de 2002 al primer semestre del presente año.

El orange roughy, que apareció muy poco representado en las capturas, fue extraído en tres de los cinco sectores explorados; Sector 1 (37°48,5' S a 37°54,1'S), Sector 2 (38°39,9'S a 38°54,0'S) y Sector 5 (40°40,2' S a 41°10,2'S) y en profundidades comprendidas entre 788 y 875 m, con temperaturas que variaron entre 3,1 y 3,5ºC. Al comparar estos valores con los obtenidos en los lances realizados en Juan Fernández, en zonas de abundancia del recurso, se comprueba que las temperaturas en el área explorada son mas bajas así como también, los ejemplares fueron capturados en profundidades mayores.

En relación a estos resultados se puede señalar que la distribución detectada para el recurso orange roughy, es concordante con los antecedentes de Leiva ***et al***., (1997) y por Lillo ***et al***. (1999), quienes reportaron capturas del recurso en los sectores 1 y 2, respectivamente. Para la zona 5, sólo existen antecedentes verbales de captura de ejemplares (A. Smith, coms pers). Cabe destacar que los ejemplares en su totalidad fueron extraídos en áreas de fondos planos o con reducida pendiente y no en las cimas de las montañas.

En cuanto a las densidades de orange roughy estimadas en este crucero, se puede señalar que en general fueron bajas, como información referencial éstas variaron entre 5,3 y 28,2 k/mn^2, con el mayor índice en el sector 1. Debido al bajo éxito de captura no es posible tener una medida de precisión de estas estimaciones. Los niveles estimados pueden ser comparables con los reportados por Lillo ***et al***. (*op. cit*.) (28,2 kg/mn^2) y Leiva ***et al***. (*op. cit*.) (20,6 a 10,3 kg/mn^2) en

los sectores 1 y 2 respectivamente. En relación a los registros acústicos encontrados durante el período, se puede señalar que aun cuando se detectaron varias agregaciones que por sus características (forma y baja intensidad) podrían corresponder a orange roughy, en los lances realizados sobre esos registros la captura estuvo constituida principalmente por jibia, granaderos y merluza de cola.

Sobre la base de los antecedentes disponibles, se puede indicar que el área prospectada presenta condiciones favorables para la presencia del orange roughy como recurso. Dentro de estos antecedentes destacan, la presencia de la especie en las capturas de varios cruceros realizados en el área, la similitud de la composición faunística con las áreas donde actualmente se extrae este recurso; por otra parte, los ejemplares capturados durante este crucero se encontraron en un estadio avanzado de madurez y desovados, lo que permite postular la presencia de agregaciones reproductivas en el área, probablemente en profundidades menores a las prospectadas.

7. CONCLUSIONES

- La pesquería de orange roughy continuó centrada en las tres áreas donde se han registrado concentraciones comerciales de esta especie, Juan Fernández, Bajo O'Higgins y Punta Sierra. La actividad estuvo asociada a ocho montes submarinos, los cuales fueron frecuentados por la flota, en períodos bastante acotados, en la temporada de otoño-invierno, en que el recurso forma agregaciones reproductivas.

- La captura estimada de orange roughy fue de 2.100 t, cifra superior a la cuota establecida para estas áreas (1.440 t) y próxima a la cuota global para este recurso a nivel nacional. Asociado a la pesquería de orange roughy, se capturaron 1.500 t de alfonsino, sin embargo la extracción de este recurso se extendió hasta fin de año, registrándose una captura anual cercana a las 5 mil toneladas.

- Las capturas por lance presentaron una gran variabilidad, con una presencia importante de lances sin captura (28%). En general el 58% de los lances registraron capturas de orange menores o iguales a una tonelada, un 25% capturas intermedias (1<C<10 t) y el 16% restante altas (>= 10 t); no obstante, que se registraron lances con capturas bastante masivas, destacando eventos con 60 y 69 t en JF1 y PSI, respectivamente.

- Las capturas de orange roughy se caracterizan por estar constituidas básicamente por ejemplares adultos y las distribuciones de tamaño por área, presentan entre años una estructura muy similar. En general, las distribuciones son unimodales y muestran diferencias estadísticamente significativas entre sexos, alcanzando las hembras un mayor tamaño que los machos. Entre zonas, si bien las estructuras se parecen, de un punto de vista estadístico también se

registran diferencias. En el caso de los machos, se identifican tres grupos, uno compuesto por los montes F1, JF2 y BO2 otro conformado, por JF4 y PSI y el tercero corresponde a JF3 que difiere a los anteriores. En hembras, estas tres agrupaciones también se distinguen, pero con la diferencia que el monte BO2 presentó una mayor similitud con JF4 y PSI.

- Las capturas de alfonsino estuvieron constituidas tanto por ejemplares adultos como juveniles, pero con un claro predominio de los primeros. Al igual que en orange roughy, las distribuciones de talla presentan diferencias estadísticamente significativas entre sexo y zona. De los tres montes contrastados (JF1, JF2 y JF4), dos de ellos, JF2 y JF4 presentaron estructuras estadísticamente similares.

- En orange roughy la proporción sexual en la captura presentó una alta variabilidad entre lances y zonas, estimándose un predominio de los machos en cinco de los ocho montes frecuentados por la flota.

- El índice de condición del orange roughy mostró una escasa variabilidad interanual. Para ambos sexos los índices presentaron un gradiente entre montes, con valores inferiores a la media general en el área de Bajo O'Higgins, que son particularmente bajos en el monte BO1 y valores por sobre la media general, en Punta Sierra. El área de Juan Fernández presentó una condición intermedia entre estos dos extremos, con valores más cercanos a la media general.

- La captura de orange roughy registra una alta dominancia de la especie objetivo en términos de número y peso; sin embargo, se caracterizó la fauna acompañante sobre la base de presencia y ausencia de especies. A partir de los datos analizados y en vista de su constancia entre años, se puede

concluir, que la presencia de componentes de la fauna asociada a las capturas de orange roughy, presenta diferencias entre el área de Juan Fernández y aquella del Bajo O'Higgins y Punta Sierra, siendo estas dos últimas zonas de mayor similitud entre sí.

- La utilización de técnicas histológicas permitió consolidar el conocimiento del proceso de maduración gonadal del orange roughy; además, de determinar con mayor precisión los períodos de desove de las diversas agregaciones reproductivas, a pesar que el alto grado de concentración temporal de la actividad monte dependiente, limita tener un conocimiento más integral del proceso reproductivo a nivel de monte. Por su parte, la evolución del índice gonádico representó adecuadamente el proceso de desarrollo gonadal, observándose los valores más altos (app. 20), durante la mayor incidencia de hembras en desove (EMS4). Estos antecedentes permiten focalizar el desove entre mediados de junio y mediados de julio en los montes de BO2 y JF2, en julio en JF4, mientras que en el monte de JF1, la mayor actividad de desove se observó a finales de mayo y principio de junio y en JF3, en agosto. En cambio, en los montes de PSI y BO1 no se observó una evolución en el desarrollo de la gónada en el período que la flota frecuentó estos caladeros (mayo a principio de junio). Este patrón de desove es consistente con el descrito anteriormente para esta especie.

- En alfonsino, el análisis histológico de peces recopilados entre mayo y diciembre, no muestra una evolución en el desarrollo de los ovarios y por lo tanto, se concluye que el alfonsino no desova durante este período (otoño-primavera) en el área de Juan Fernández. Por su parte, el índice gonádico refleja esta condición del recurso, al permanecer relativamente estable espacial y temporalmente.

- La fecundidad estimada para orange roughy fue superior al rango de fecundidad reportado para los stocks de Australia y Nueva Zelanda. Con una fecundidad relativa promedio de 59 mil ovocitos para Juan Fernández y Bajo O'Higgins y de 78 mil para Punta Sierra. Entre montes, se concluye que existen diferencias significativas en las estimaciones y se propone una agrupación en tres niveles de fecundidad, el primero con el nivel más bajo constituido por JF1 y BO2, un segundo nivel intermedio correspondiente a los montes JF2, JF3, JF4 y BO1, y un tercer nivel con la fecundidad más alta constituido por PSI.

- En relación a unidades de stock de orange roughy, los resultados del estudio permiten postular que los peces de los montes JF1, JF3 y PSI constituirían stocks diferentes, atendiendo a la presencia de poblaciones desovantes separadas, además de las diferencias de fecundidad y de tamaños de los peces entre ellos.

- En la pesca exploratoria realizada entre las latitudes 37° 48'S y 41° 09'S, se registró presencia de orange roughy en la captura, pero no en concentraciones comerciales, confirmando así reportes anteriores que indican presencia del recurso en esta área. La composición faunística es similar a las áreas donde actualmente se extrae este recurso; por otra parte, los ejemplares capturados se encontraron en un estadio avanzado de madurez y desovados, lo que permite postular la presencia de agregaciones reproductivas en el área, probablemente en profundidades menores a las prospectadas.

- En la pesca exploratoria predominaron en la captura la jibia (***Dosidicus gigas***), el granadero (***Coelorhynchus chilensis***) y el barbanegra (***Alepocephalus sp.***). La primera especie y más abundante, se caracteriza por su amplia distribución vertical en la columna de agua y por presentar durante el 2003, una gran abundancia en el sistema de Humboldt.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Annala, J., K. Sullivan & C. O'Brien (Comps.). 2000. Report from the Fisheries Assessment Plenary, May 2000: stock assessment and yield estimates. 495 p. (Unpublished report held in NIWA library, Wellington).

Anderson, O.F. 2001. A summary of biological information on the New Zealand fisheries for orange roughy (***Hoplostethus atlanticus***) for the 1999-2000 fishing year. New Zealand Fisheries Assessment Report 2001/45. 24 p.

Bell, B. 1989. Reproductive Cycle and fecundity of Orange Roughy ***Hoplostethus atlanticus***, in South eastern Australia. Workshop N° 3 Bureau of Rural Resources. Department of Agriculture New South Wales. 37 p.

Bell, J. D., J. M. Lyle, C. M. Bulman, K. J. Graham, G. M. Newton & D.C. Smith. 1992. Spatial variation in reproduction, and occurrence of non-reproductive adults, in orange roughy, ***Hoplostethus atlanticus*** Collett (Trachichthyidae), from south – eastern Australia. Journal of Fish Biology.40:107-122.

Blanchard, J. K. Frank & J. Simon. 2003. Effects of condition on fecundity and total egg production of eastern Scotian Shelf haddock (***Melanogrammus aeglefinus***). Can. J. fish. Aquat. Sci. 60:321-332.

Branch, T.A. 2001. A review of orange roughy ***Hoplostethus atlanticus*** fisheries, estimation methods, biology and stock structure. In: A Decade of namibian Fisheries Science. Payne, A.I., Pillar, S.C. and R.J.M. Crawford (Eds). S.Afr.J.Sci. 23: 181-203.

Boyer, D. C. Kirchner, M. Mcallister, A. Staby & B. Staalesen. 2000. The orange roughy fisheriy of Namibia: lessons to be learned about managing a developing fishery. Manuscrito

Bulman, C. M., S.E. Wayte & N.G. Elliot. 1994. orange roughy Surveys, 1988 and 1989; Parte A: Indices de Abundancia; Parte B: Bilogical data. CSIRO Marine Laboratories. Report 125

Bulman, C.M & J.A. Koslow. 1992. Diet and food consumption of a deep-sea fish, orange roughy ***Hoplostethus atlanticus*** (Pisces: ***Trachichthyidae***), off southeastern Australia. Marine Ecology Progress Series. 82:115-129.

Clark, M. R. 1998. Are deepwater fisheries sustainable? The example of orange roughy in New Zealand. International Council for the Exploration of the Sea. CM 1998/0:14.

Clark, M. 1999. Fisheries for orange roughy (***Hoplostethus atlanticus***) on seamonth in New Zealand. Oceanologica Acta 22(6): 593-602.

Clark, M. R. & M. Tracey. 1994. Changes in a population of orange roughy ***Hoplostethus atlanticus***, with commercial explotation on the Challenger Plateau, New Zealand. Fishery Bulletin 92: 236-253.

Clark, M., D. Finchaam & D. Tracey. 1994. Fecundity of orange roughy, (***Hoplostethus atlanticus***) in New Zealand waters. N. Zealand Journal of Marine and Fresh Water Research 21: 295-300.

Clark, M. R., O.F. Anderson, R.I.C.C. Francis & D.M. Tracey. 2000. The effects of commercial exploitation on orange roughy (***Hoplostethus atlanticus***) from the continental slope of the Chatam Rise, New Zealand, from 1979 to 1997. Fish. Res. 45:217-238.

Clark M & O. F. Anderson. 2001. The Luoisville Ridge orange roughy fishery: an update of commercial cath-effort data and CPUE analysis of the fishery to the end of the 1999-2000 fishing year. New Zealand Fisheries Assessment Report 2001/74. 31 p.

Dobson, A. 2002. An Introduction to Generalized Linear Models 2nd Edition Chapman and Hall, London.

Doonan, I.; B. Bull, A. Dunford, R. Coombs, D. Tracey, & A. Hart. 2001. Acoustic estimates of the biomass of orange roughy in the Spawning Box and on the Northeastern and Eastern Hills, Chatham Rise, July 2000. New Zealand Fisheries Assessment Report No. 2001/70. 31 p.

Eastman, J R. 1997. IDRISI for Windows. User's Guide Versión 2.0. Clark University Labs for CartographicTechnology and Geographic Análisis. 239 p. 1997.

Espejo, M. & J. Castillo. 1997. SIMBAD un nuevo enfoque de procesamiento de datos acústicos. En Resúmenes XVII. Congreso de Ciencias del Mar. pp 186-187.

FAO. 2002. Estadísticas de Pesca. Capturas. Vol 90/1 2000.

Fenton G.E, S.A. Short & D.A. Ritz. 1991. Age determination of orange roughy, ***Hoplostethus atlanticus*** (Pisces: Trachichthydae) using 210Pb:226Ra disequilibria. Mar Bio 109:197-202.

Gili, R., L. Cid, H. Pool, Z. Young, D. Tracey; P. Horn, & P. Marriott. 2002. Estudio de edad, crecimiento y mortalidad natural de orange roughy y alfonsino. Informe Final. FIP 2000-12. Fondo de Investigación Pesquera. Instituto de Fomento Pesquero. 129. + Figuras, Tablas y Anexos.

Glantz, S. & B. Slinker. 1990. Primer of Applied Regression and Analysis of Variance. McGraw-Hill (Eds). N.Y. 545 p.

Gunderson, D. 1993. Surveys of fisheries resources. John Wiley and Sons. NY. 115 p.

Hunter, J. R. & B. J. Macewicz. 1985. Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy, (***Engraulis mordax***). Fishery Bulletin: Vol 83 N° 2. 119-136.

INFOPESCA, Noticias Comerciales. 1997-1999

Kirchner, C. and M. Mcallister. 2002. A new method to compute swept area estimates of biomass from commercial catch rate data: application to Namibian orange roughy (***Hoplostethus atlanticus***). Fisheries Research. 56:69-88.

Koslow, J., N. Bax, C. Bulman, R. Kloser. A. Smith & A. Williams. 1997. Managing the fishdown of the Australian orange roughy resources. In: Hancock, D. A., Smith D. C., Grant A., Beumer, J. P. (Eds). Developing and sustaining world fisheries resources: the state of science and management. CSIRO Australia, pp 558 – 562.

Kritzer, J.P., C.R. Davies & B. D. Mapstone. 2001. Characterizing fish populations: effects of sample size and population structure on the precision of demographic parameter estimates. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 58: 1557-1568.

Labbé, J. & P. Arana. 2001. Alimentación de orange roughy, ***Hoplostethus atlanticus*** (Pisces: ***Trachichthyidae***), en el archipiélago de Juan Fernández, Chile. Rev. Biol. Mar. y Oceanografía 36 (1) (2001): 75-82

Lehodey, P., R. Grandperrin & P. Marchal. 1997. Reproductive biolgy and ecology of a deep-demersal fish, alfonsino ***Beryx splendens***, over seamounts off New Caledonia. Marine Biology 28: 17-27.

Leiva, B., R. Bahamonde, M. Rojas & M. Donoso. 1997. Prospección de recursos demersales en aguas interiores de la X y XI. Informe Final FIP 95-19.113 p+ Anexos.

Lillo, S., R Bahmonde, B, Leiva, M. Rojas, M. A. Barbieri, M. Donoso & R. Gili, 1999. Prospección del recurso orange roughy (***Hoplostethus* spp**) y su fauna acompañante entre la I y X Región. Informe Final FIP 98-05, IFOP. 47 p. + Anexo.

Ludwig, J & J. Reynolds. 1988. Statistical ecology a primer on methods and computing. John Wiley and Sons.337 p.

Mace, P. M., F, J. M. Enaughey, R. P. Coburn, & I.J. Doonan. 1990. Growth and productivity of orange roughy (***Hoplostethus atlanticus***) on the north Chatham Rise. New Zealand Journal of Marine and Fresh Water Research.24:105-119.

Manly, B. 1994. Multivariate statistical methods a primer. Chapman and Hall (Eds.). N.Y. 159 p.

Nakamura, I., T. Inada, M. Takeda, & H. Hatanaka, 1986. Important fishes trawled off Patagonia. Japan Marine Fisheries Resource Reseach Center. Editor I Nakamura, 369 p.

Neter J., W. Wasserman & M. Kutner. 1990. Applied Linear Statistical Models. 3rd ed. R. D. IRWIN, INC. 1181 p.

Nigmatullin, Ch.M., K.N. Nesis, & A.I. Arkhipkin. 2001. A review of the biology of the jumbo squid ***Dosidicus gigas*** (Cephalopoda: ***Ommastrephidae***). Fisheries Research. 54:9-19.

Pájaro, M. & G. Macchi. 2001. Spawning pattern, length at maturity, and fecundity of the southern blue whiting (***Micromesistius australis***) in the south-west Atlantic Ocean. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, Vol. 35:375-385.

Pankhurst NW, P.J. McMillan, & D.M. Trcey. 1987. Seasonal reproductive cycles in three commercially exploited fishes from the slope waters off New Zealand. Journal Fish Biology 30:193-211.

Pankhurst, N.W. 1988. Spawning dynamics of orange roughy, ***Hoplostethus atlanticus***, in mid-slope waters of New Zealand. Environmental Biology of Fishes. (21)2:101-116.

Patterson, K. R. 1992. An improved method for studying the condition of fish, with an example using Pacific sardine ***Sardinops sagax*** (Jenyns). Journal of Fish Biology.40: 821-831.

Pequeño, G. 2001. Catálogo Fauna Íctica Asociada a la Pesquería chilena de orange roughy (***Hoplostethus atlanticus***). IFOP-SUBPESCA-UAC. 52 p.

Rajasilta, M. 1992. Relationship between food, fat, sexual maturation, and spawning time of baltic herring (***Clupea harengus membras***) in the Archipielago Sea. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49:644-654.

Rindorf, A. & P. Lewy. 2001. Analyses of length and age distributions using continuation-ratio logits. Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 58, 1141-1152 pp.

Rosecchi, E. D. M. Tracey & W. R. Webber. 1988. Diet of orange roughy, ***Hoplostethus atlanticus*** (Pisces: ***Trachichthyidae***) on the Challenger Plateau, New Zealand. Marine Biology. 99:293-306.

Saavedra, J.C., H. Miranda & Z. Young. 2003. Métodos de Comparación de Distribuciones de Frecuencia de Tallas y Edades. Documento Técnico. Comisión Estadística. Instituto Fomento Pesquero. 10 pp

Seafood. http://www.seafood. co. nz

Sealord. http://www.sealord.co.nz

Sernapesca. 2002. Anuario Estadístico de Pesca 2001. 140 pp

Sernapesca. http://www.sernapesca.cl

Simrad, 1991. Simrad EK 500 Scientirfic Echo Sounder Instruction Manual, P2172E.

Sonardata, 2001. SonarData Echoview 2.20.52. Ayuda Interactiva inserta en el programa. SonarData Pty Ltda. Tasmania, Australia.

Tascheri, R., J. Sateler, V. Ojeda, J. Olivares. R. Gili, R. Bravo, C. Vera, H. Miranda, L. Adasme & C. Bravo. 2001. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales. Informe Final 2000. Investigación situación pesquería demersal zona centro – sur. 2001. SUBPESCA - IFOP. 117 p.

Tascheri. R., Z. Young, J. Sateler, J. Merino, J. González, E. Díaz, Y. Muñoz, V. Ojeda, J. Olivares, R. Gili, R. Bravo, M. Nilo, E. Palta & C. Toledo. 2002. Programa de Seguimiento del Estado de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Situación Pesquería Demersal Centro Sur Informe Final 2001. SUBPESCA – IFOP. 316 p

Venables, W.N. & B.D. Ripley. 1997. Modern applied statistics with S-Plus. 2nd ed. (J. Chambers, W. Eddy, W. Härdle, S. Sheather, L. Tierney, Eds). Springer –Verlag. NY. 548 p.

Young, Z., F. Balbontín, J. Rivera, M. Ortego, R. Tascheri, M. Rojas & S. Lillo. 2000[a]. Estudio biológico pesquero del recurso orange roughy. Informe Final. FIP N° 99-05. 73 p. + Anexo.

Young, Z., A. Zuleta & R. Tascheri. 2000[b]. Investigación CTP de orange roughy 2001. Informe técnico. IFOP. 30 p + Anexo.

Young Z. 2001. Investigación CTP de orange roughy 2002. Informe Técnico de Avance. IFOP. 30 p + Anexo.

Young, Z., J.C. Saavedra, H. Miranda; R. Tascheri. & M. González. 2003. Determinación de tamaños de muestra en la pesquería demersal, zona Centro-sur. Proyecto: Investigación Situación Pesquería Demersal Zona Centro-Sur, 2002. Documento Técnico, IFOP – SUBPESCA.

F I G U R A S

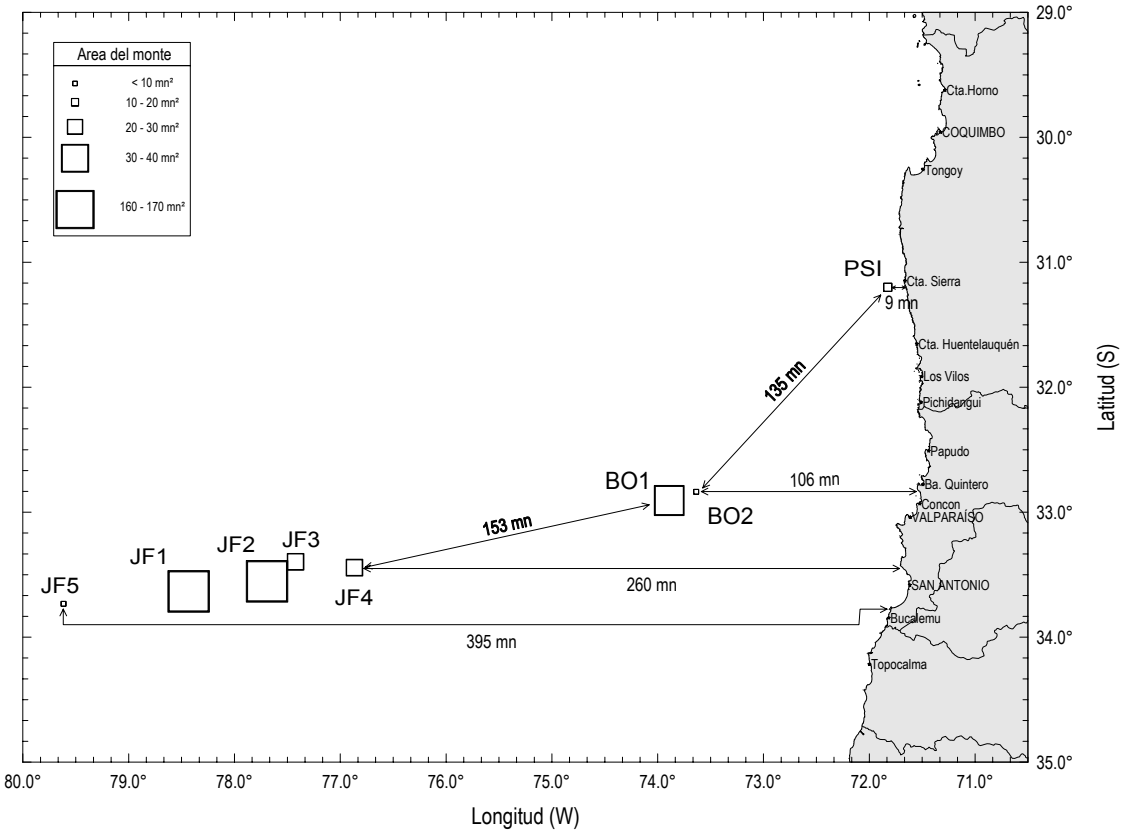


Figura 1. Área de pesca del orange roughy en Chile. Se indica la localización de los montes submarinos, la distancia entre ellos y respecto a la costa (la figura asociada al monte es proporcional al área de éste).

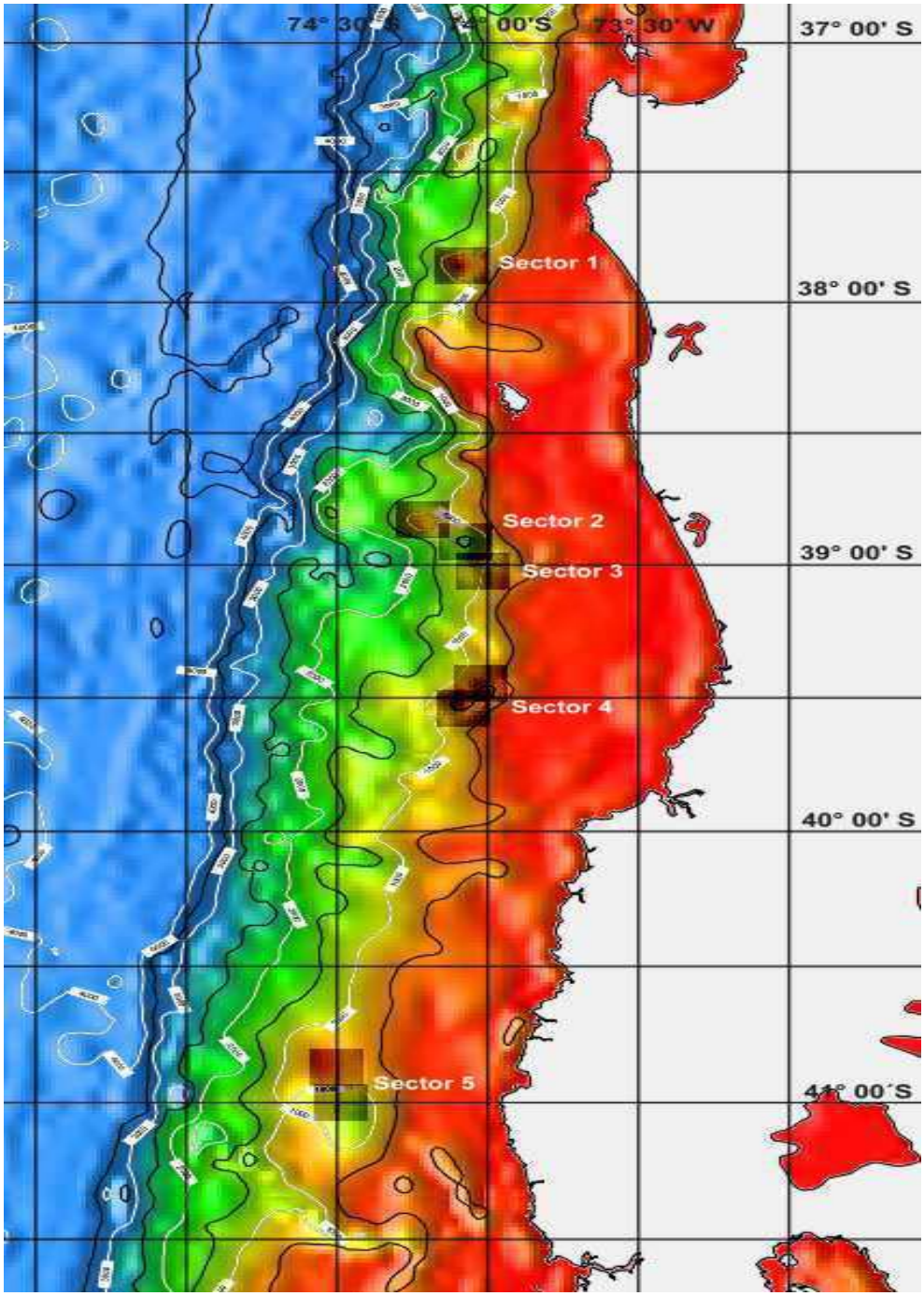


Figura 2. Área cubierta en la pesca exploratoria y localización de los cinco sectores prospectados.

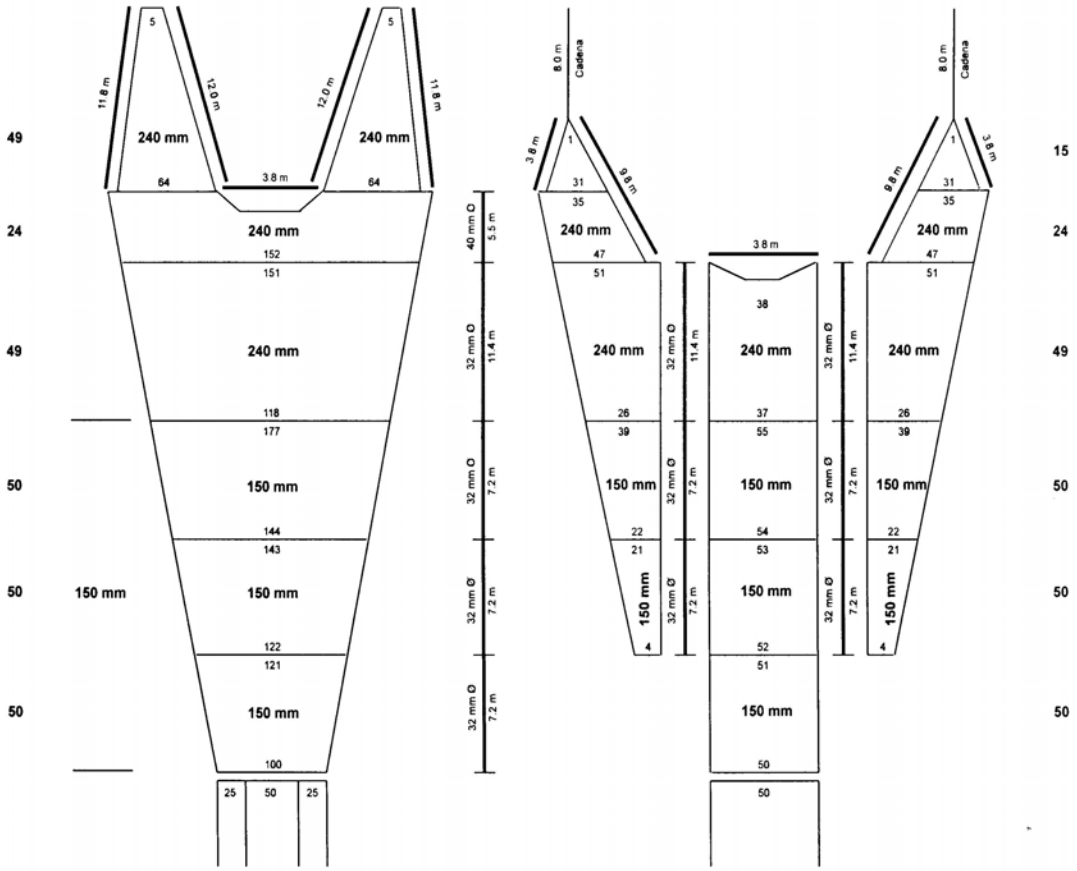


Figura 3. Red de arrastre empleada en la prospección de orange roughy.

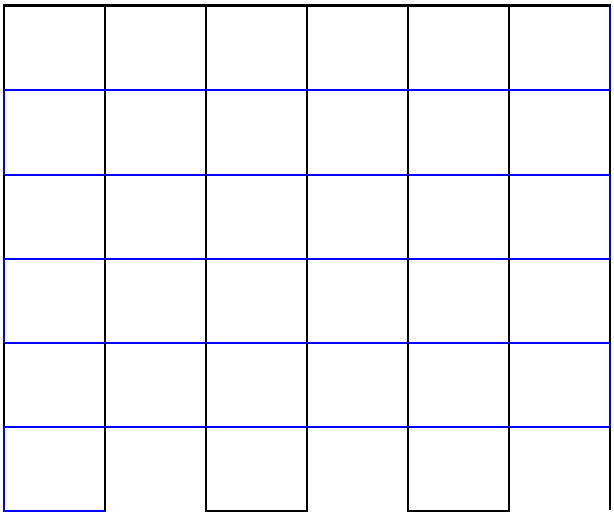


Figura 4. Diseño de transectas paralelas (Norte – Sur; Este – Oeste).

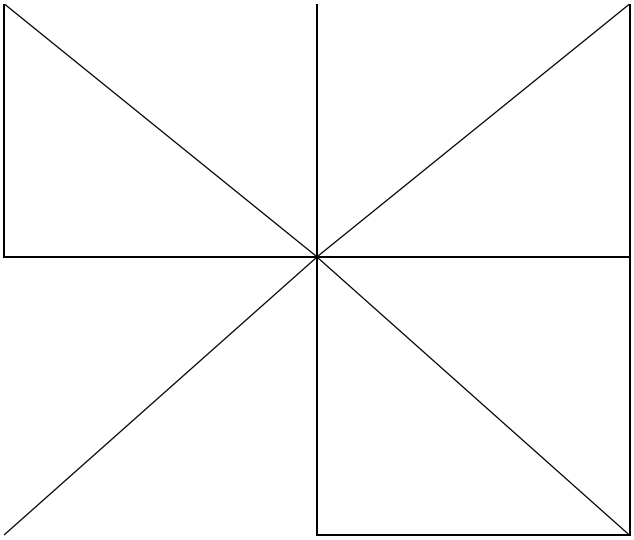


Figura 5. Diseño de transectas tipo estrella.

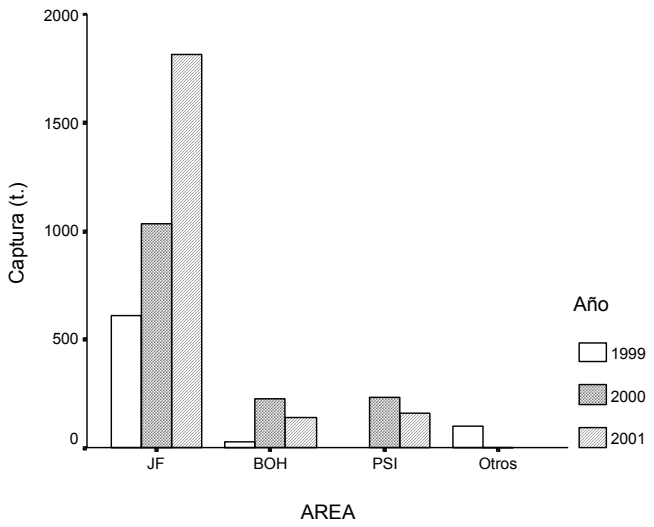


Figura 6. Distribución de las capturas de orange roughy por área y año. Monitoreo de la pesquería, período 1999-2001.

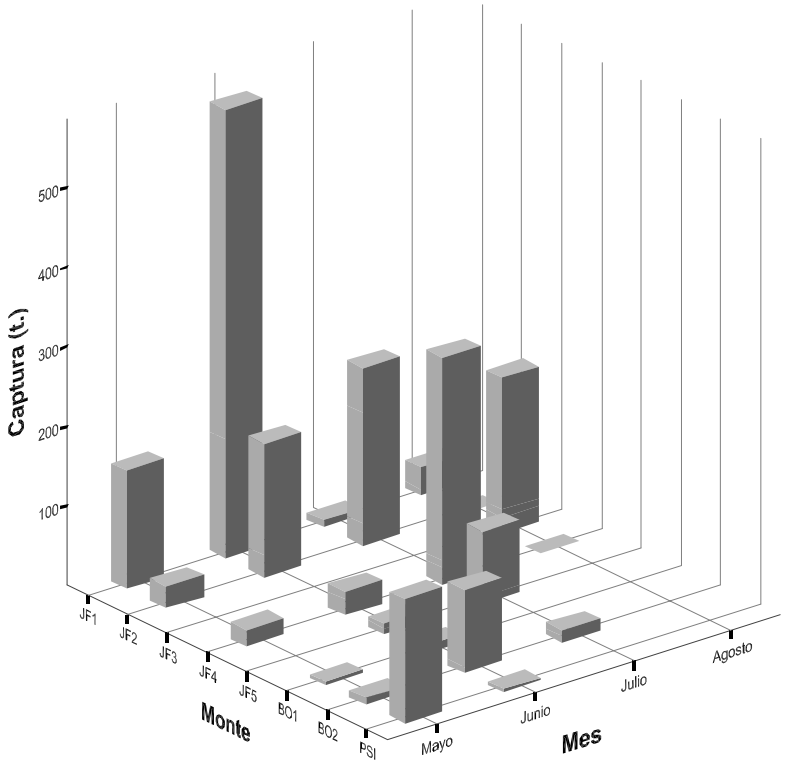


Figura 7. Distribución de la captura de orange roughy, por monte y mes. Monitoreo de la pesquería 2001.

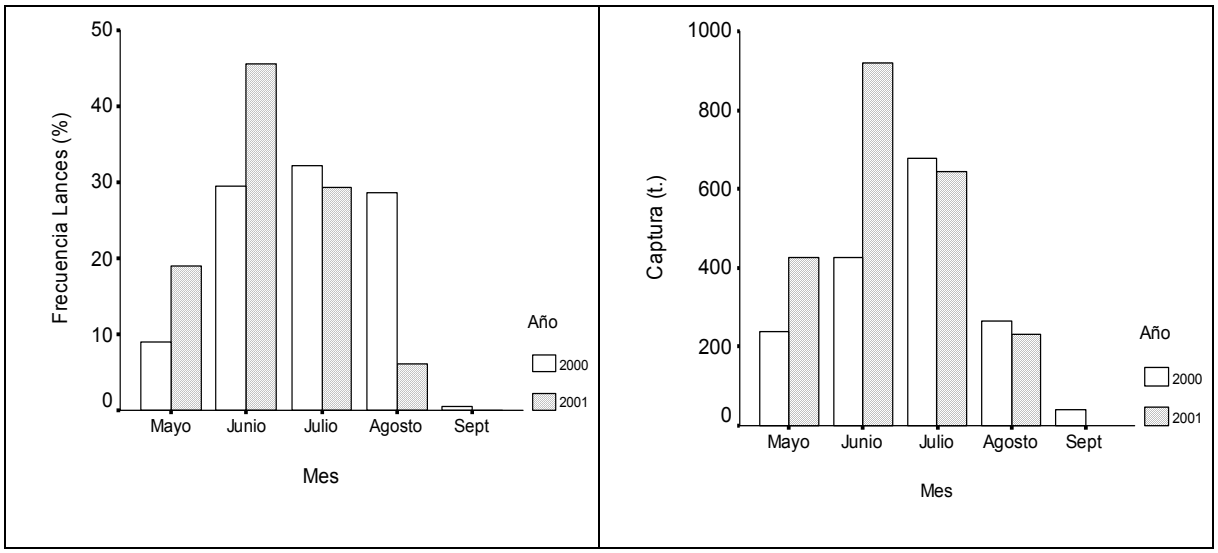


Figura 8. Distribución del esfuerzo (% lances) y de la captura (t.) de orange roughy, por mes y año (en el 2000 falta información de una empresa).

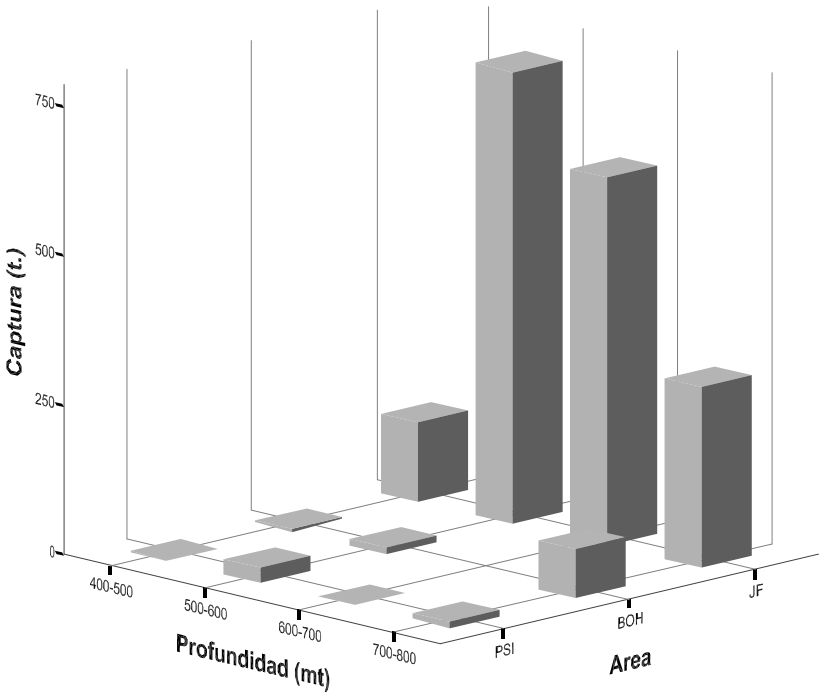


Figura 9. Distribución de las capturas de orange roughy por estrato de profundidad y área. Monitoreo de la pesquería 2001.

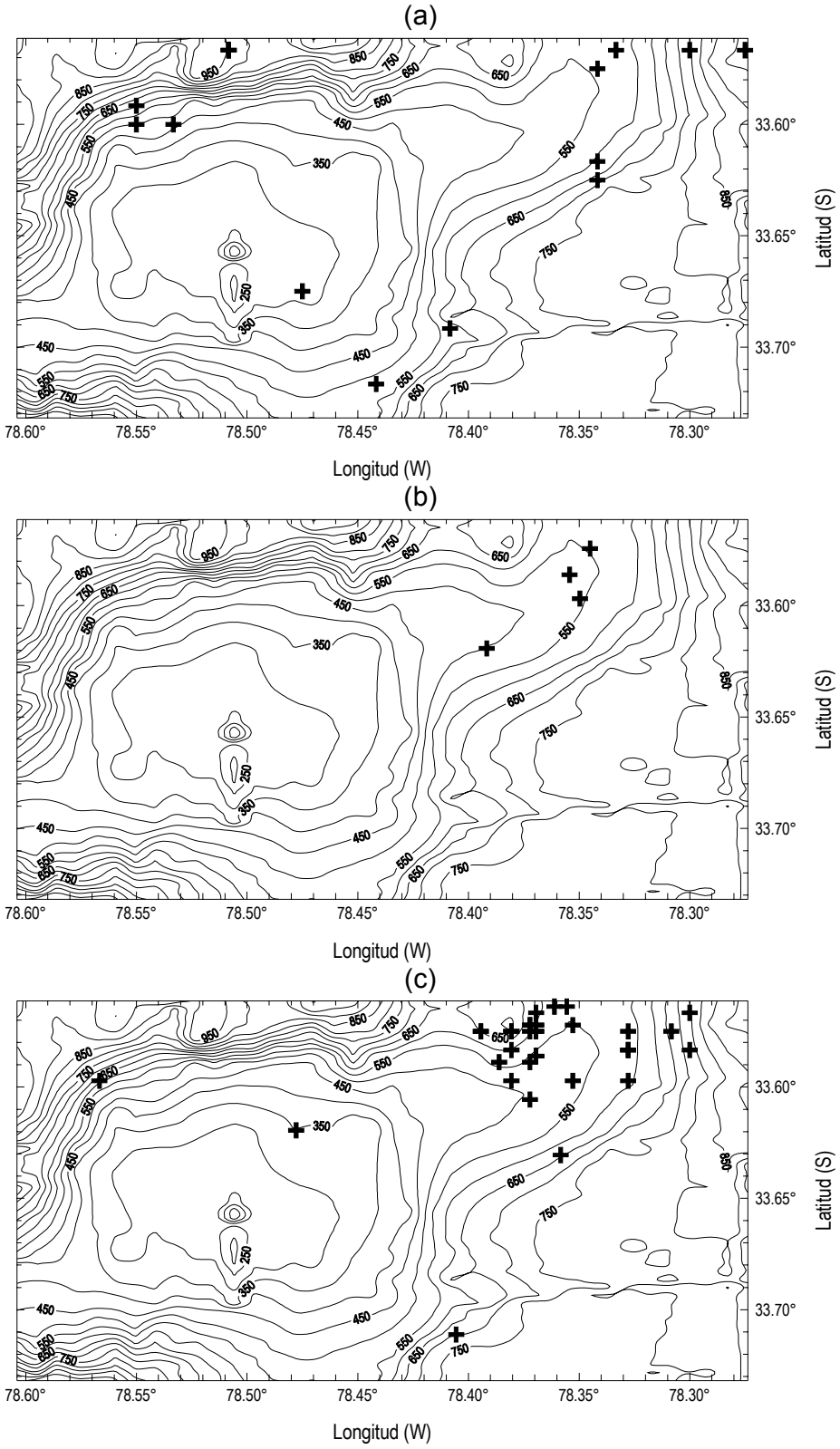


Figura 10. Topografía de fondo y lances de pesca de orange roughy en el monte JF1. Años 1999 (a), 2000 (b) y 2001 (c).

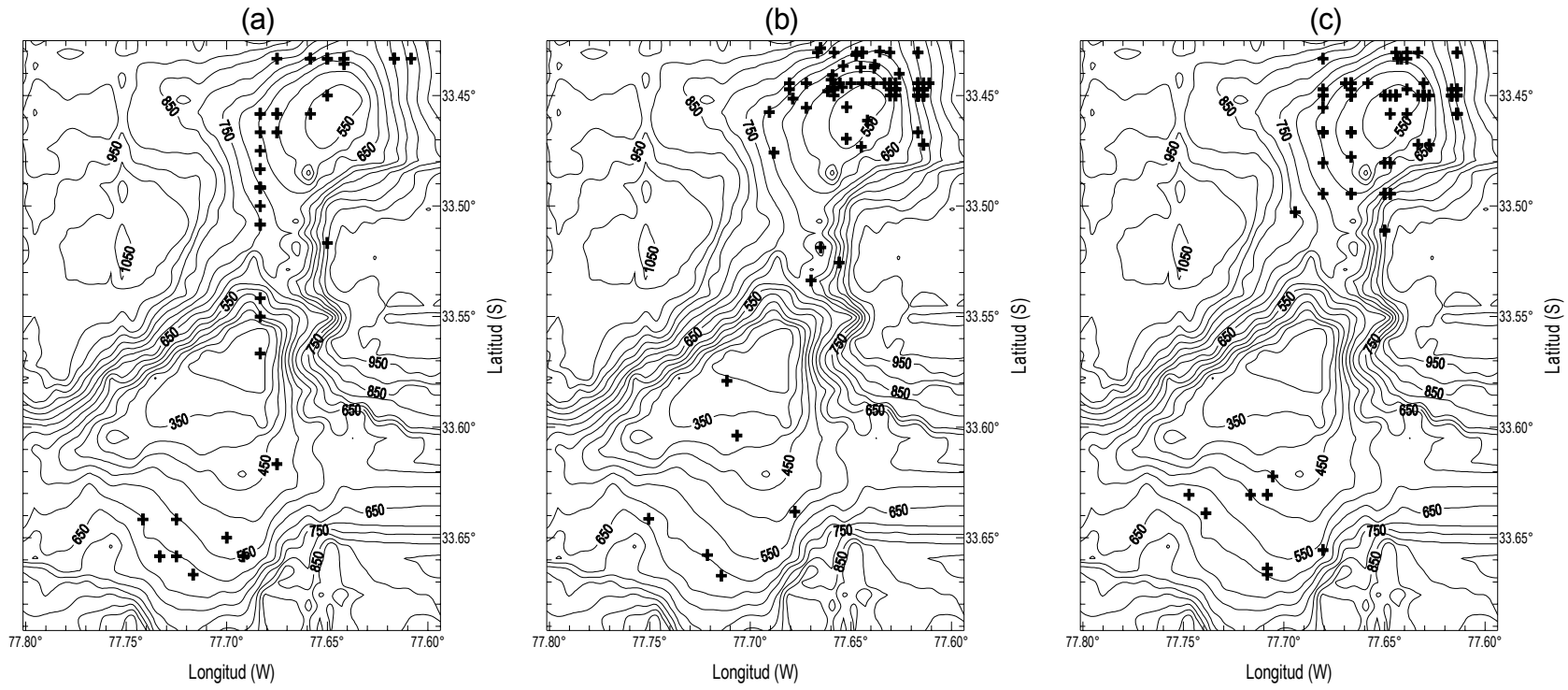


Figura 11. Topografía de fondo y lances de pesca de orange roughy en el monte JF2. Años 1999 (a), 2000 (b) y 2001 (c).

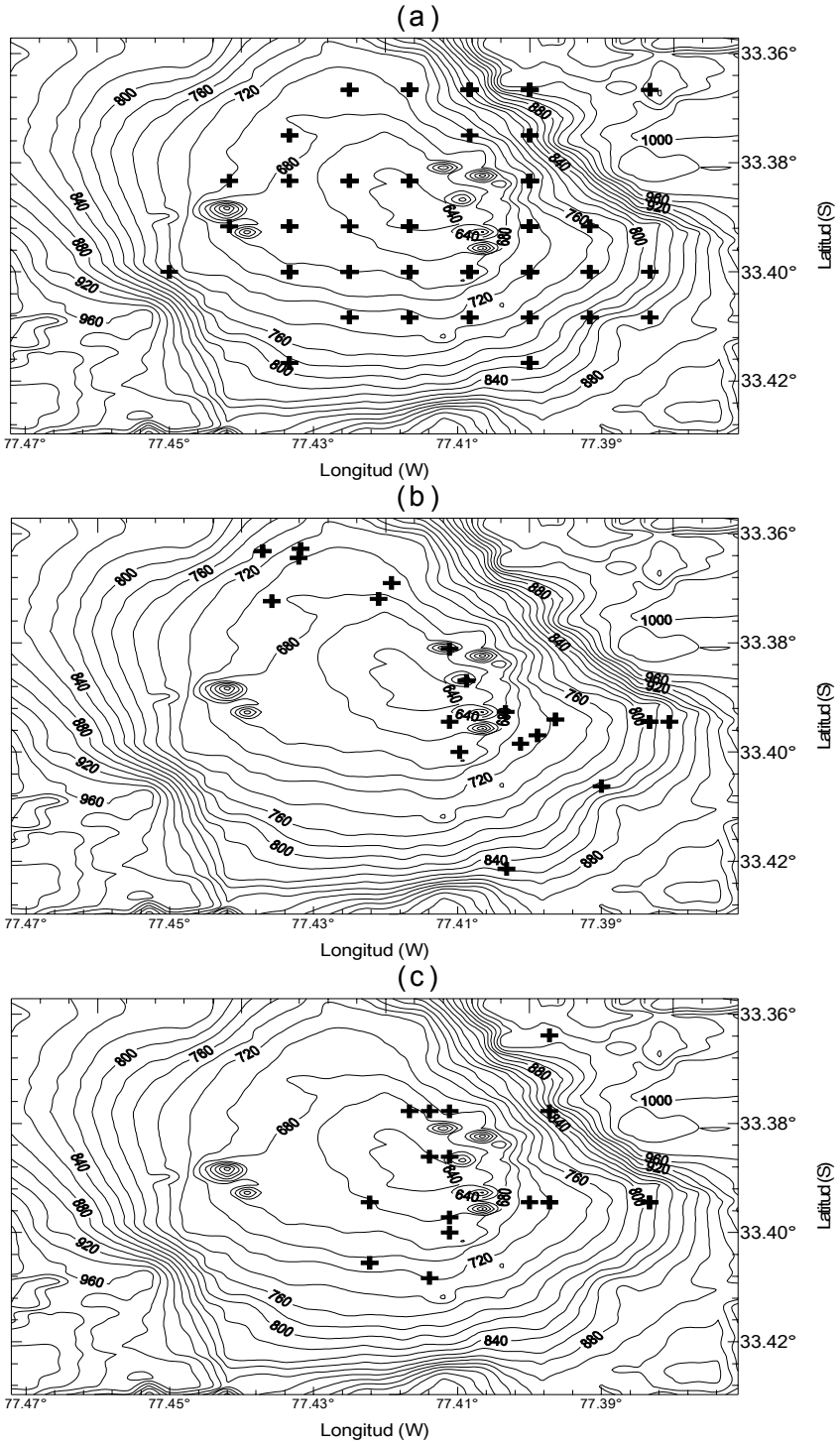


Figura 12. Topografía de fondo y lances de pesca de orange roughy en el monte JF3. Años 1999 (a), 2000 (b) y 2001 (c).

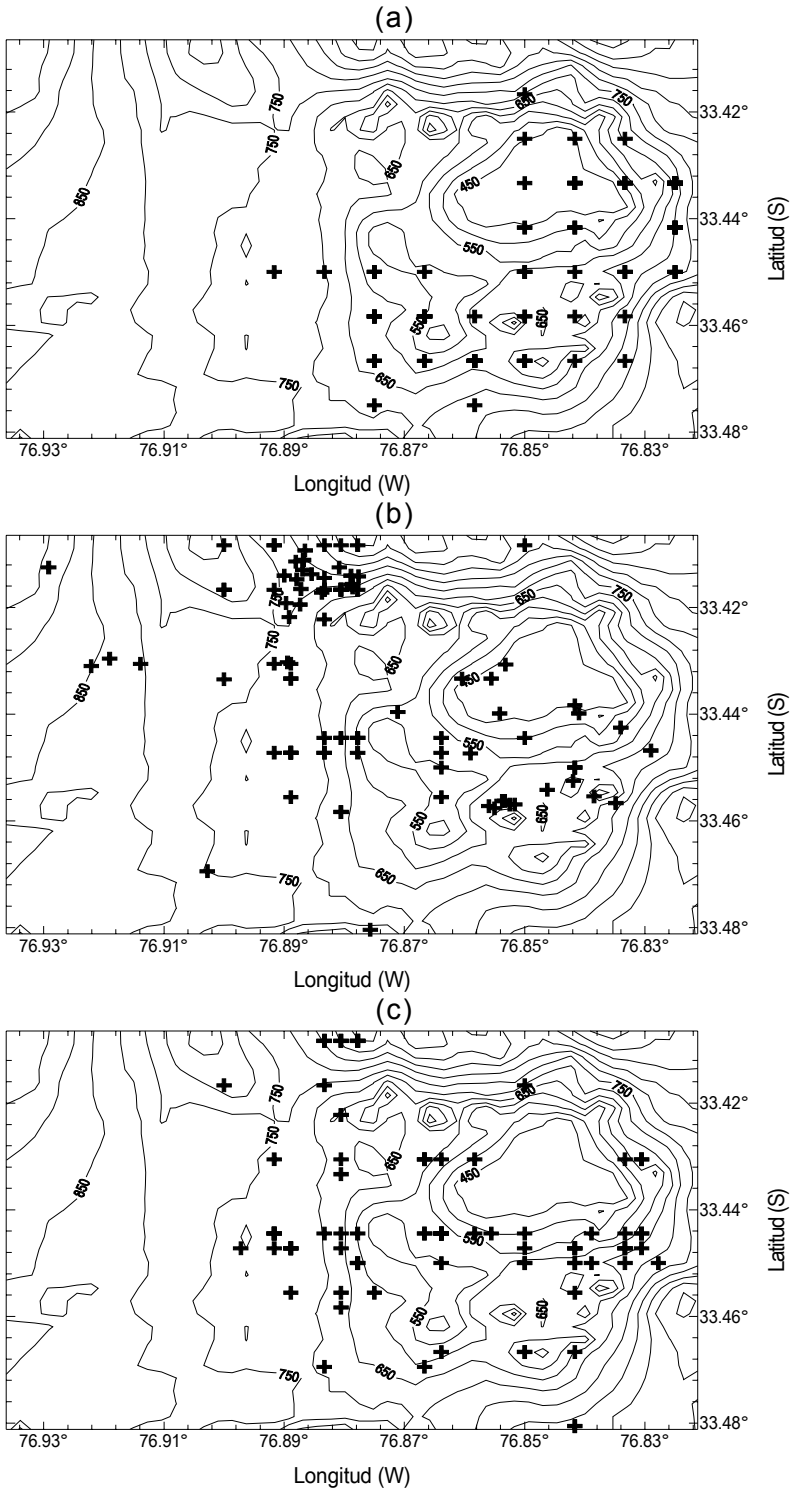


Figura 13. Topografía de fondo y lances de pesca de orange roughy en el monte JF4. Años 1999 (a), 2000 (b) y 2001 (c).

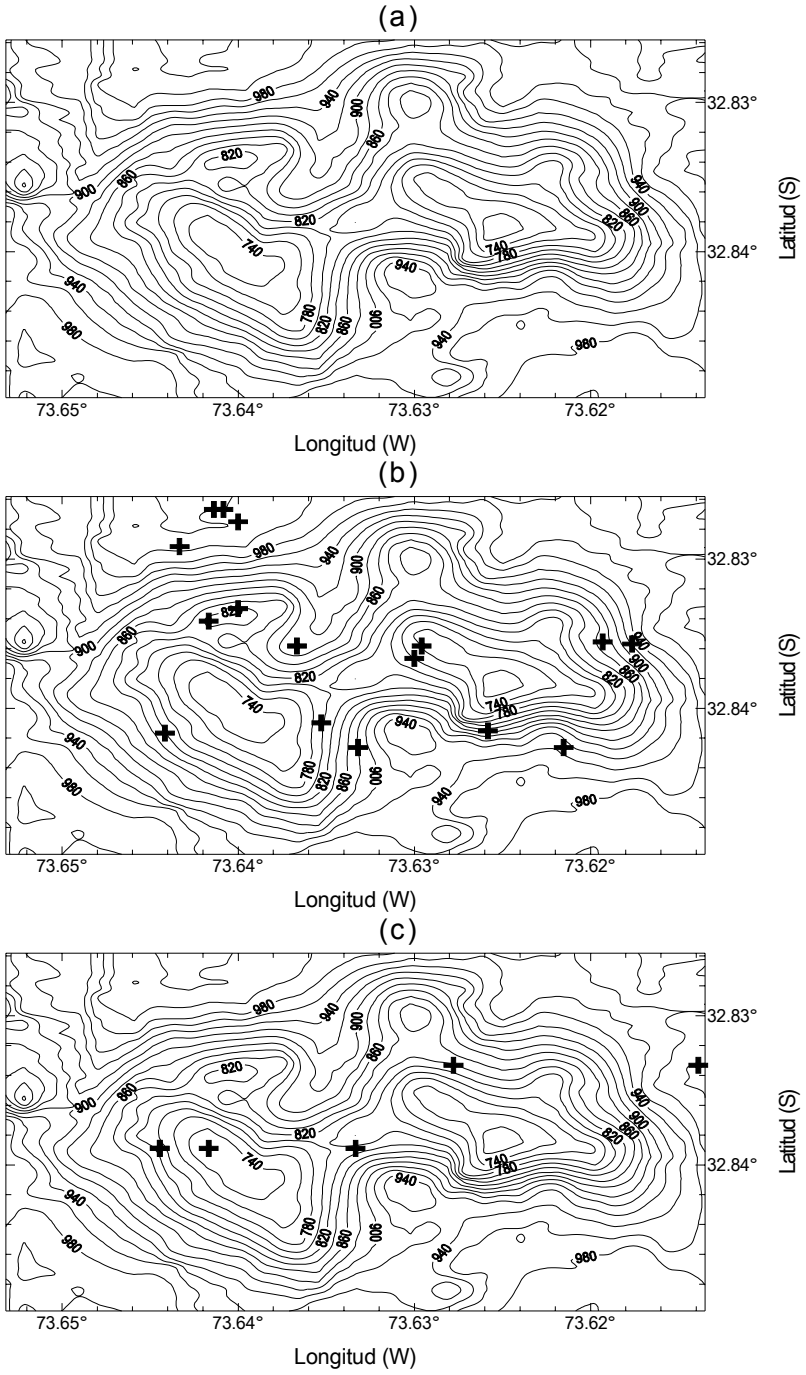


Figura 14. Topografía de fondo y lances de pesca de orange roughy en el monte BO2. Años 1999 (a), 2000 (b) y 2001 (c).

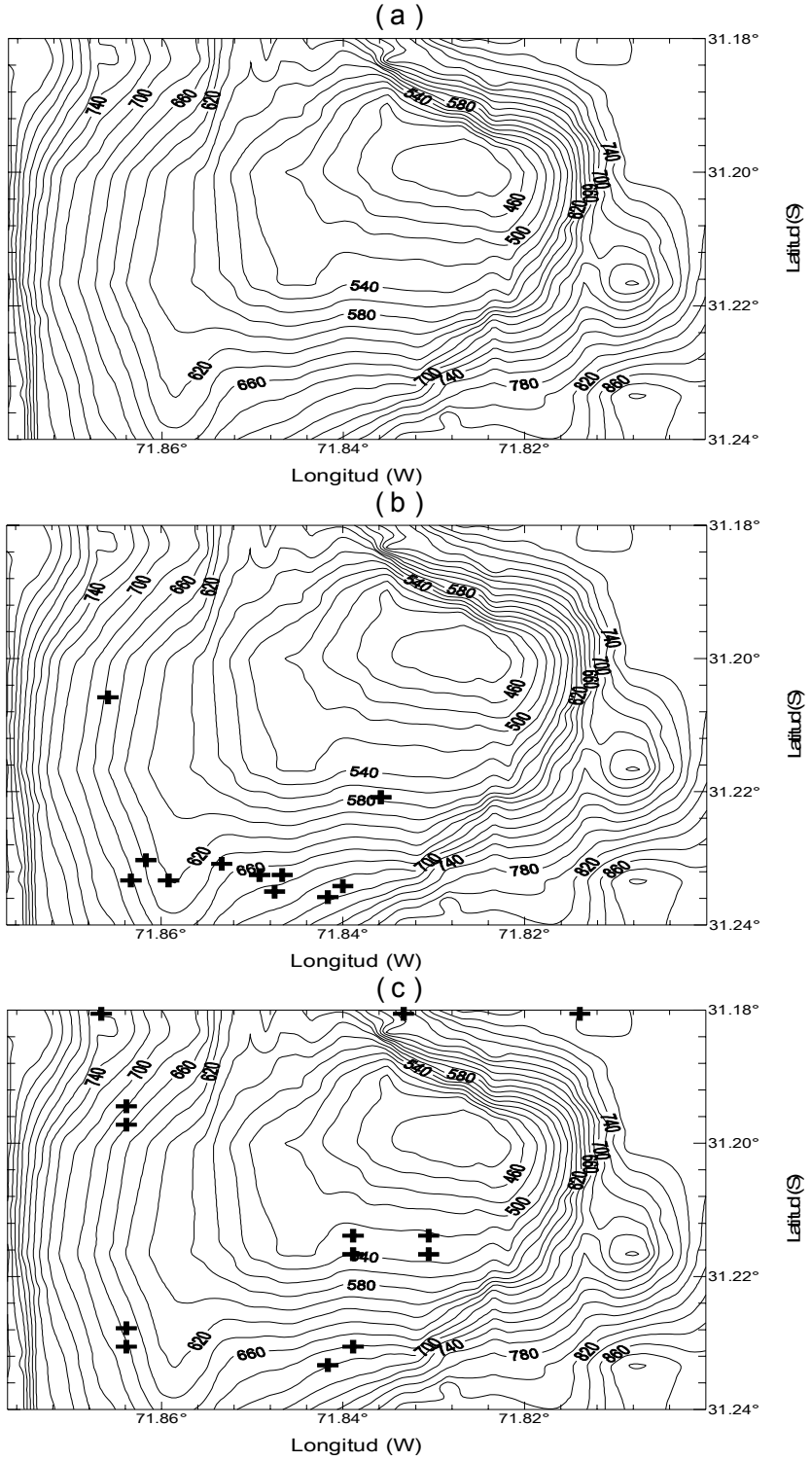


Figura 15. Topografía de fondo y lances de pesca de orange roughy en el monte Punta Sierra. Años 1999 (a), 2000 (b) y 2001 (c).

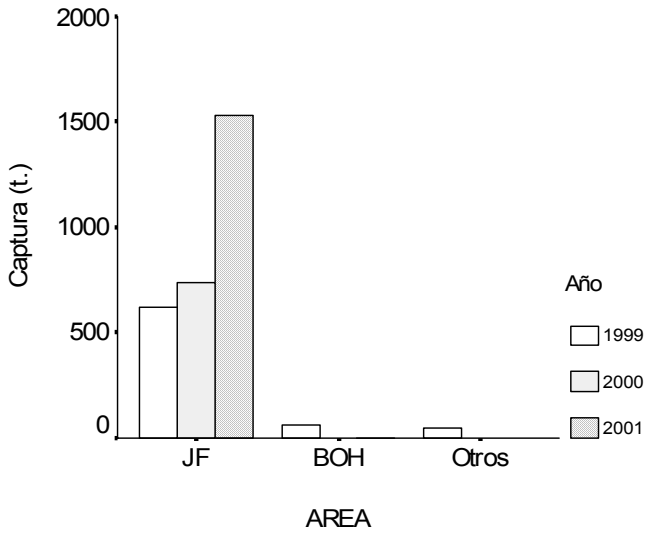


Figura 16. Distribución de las capturas de alfonsino por área y año. Monitoreo de la pesquería de orange roughy, período 1999-2001.

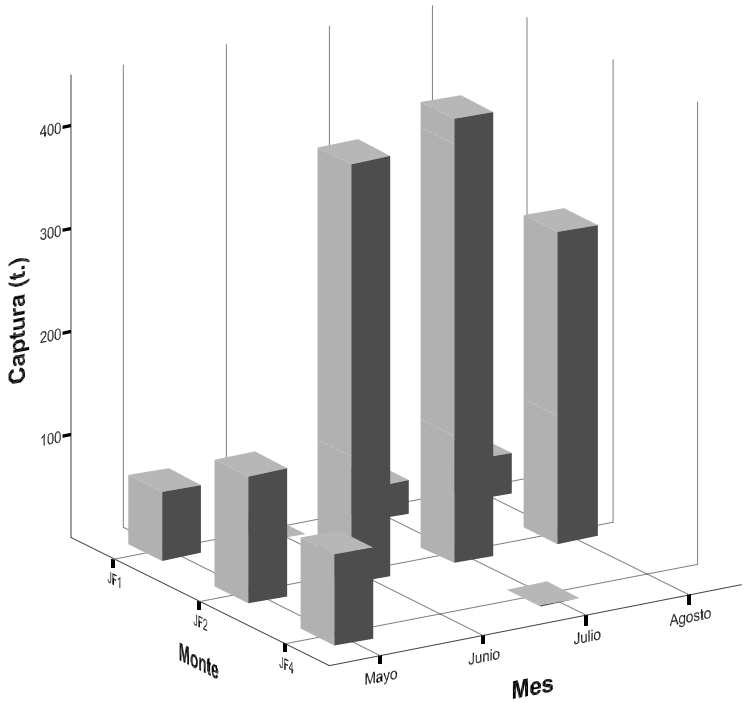


Figura 17. Distribución de las capturas de alfonsino por monte y mes. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

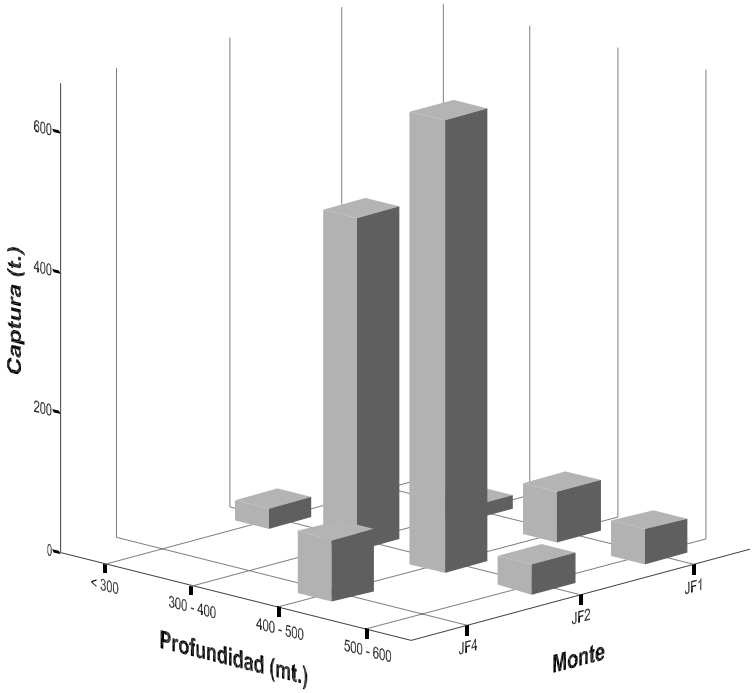


Figura 18. Distribución de las capturas de alfonsino por estrato de profundidad y monte. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

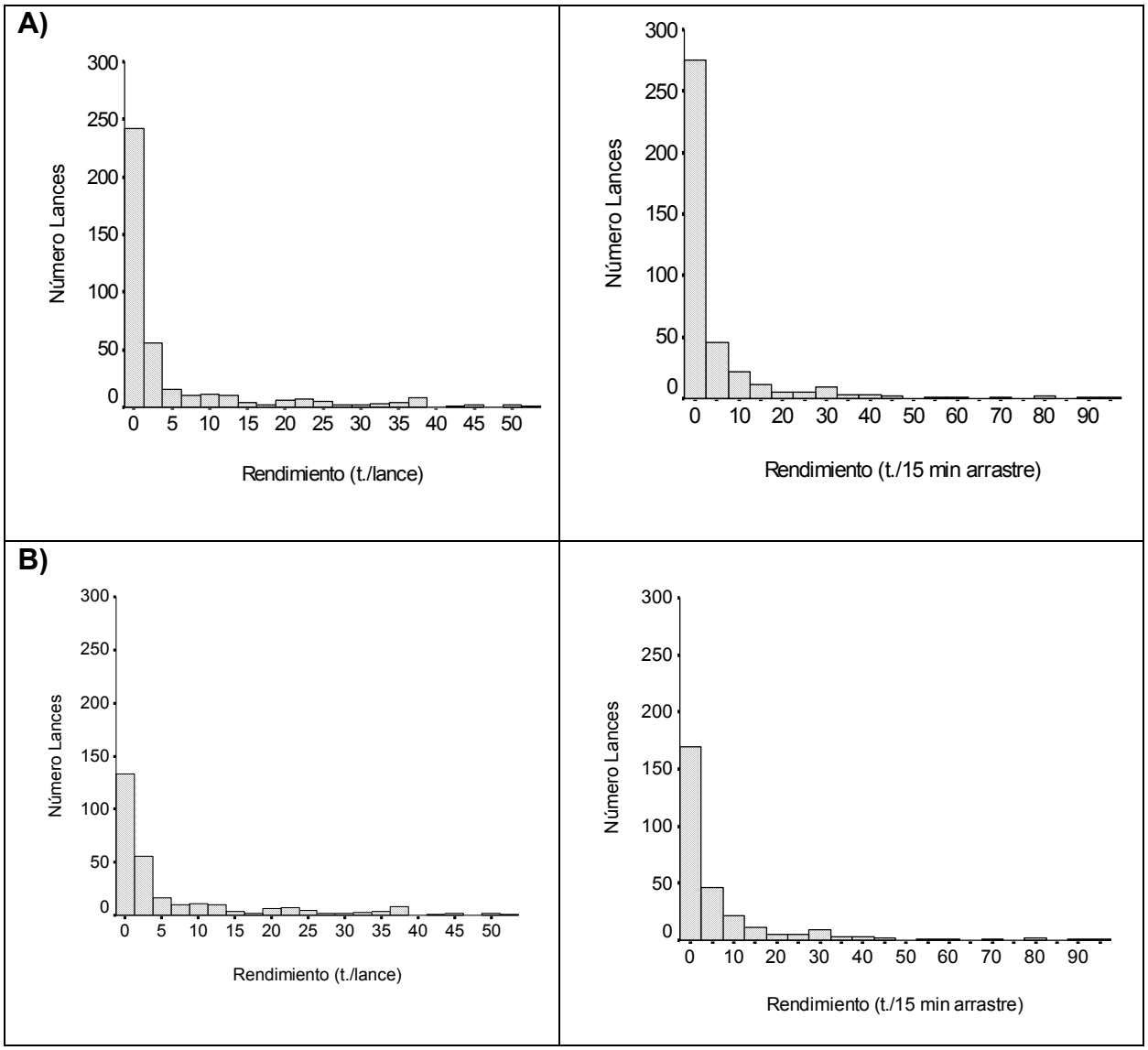


Figura 19. Distribución de los rendimientos de pesca de orange roughy (t./lance y t./15 min arrastre). Para el total de lances (A) y para los lances con captura (B). Monitoreo de la pesquería 2001.

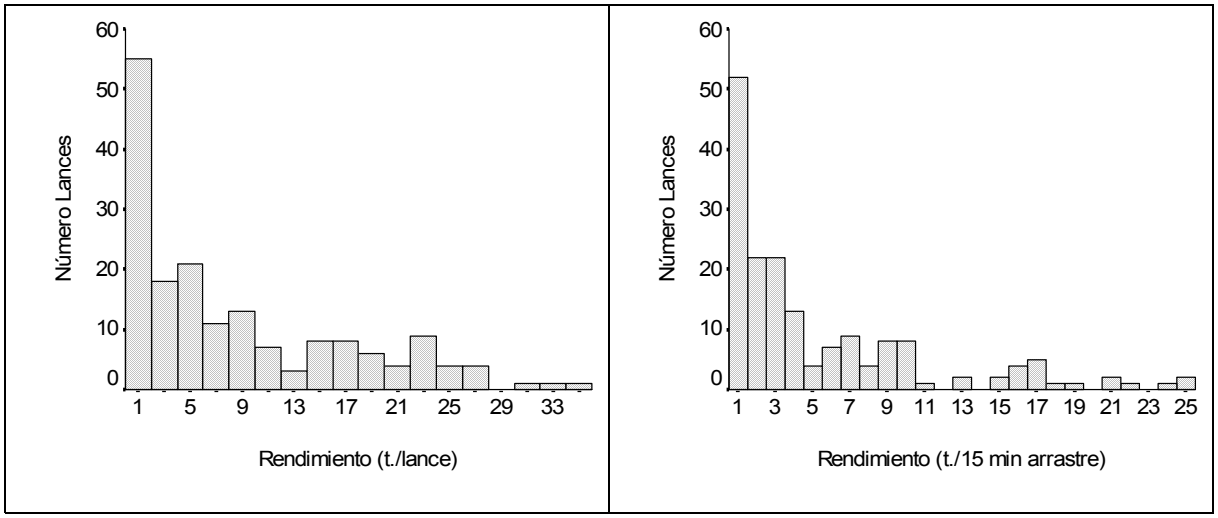


Figura 20. Distribución de los rendimientos de pesca de alfonsino. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

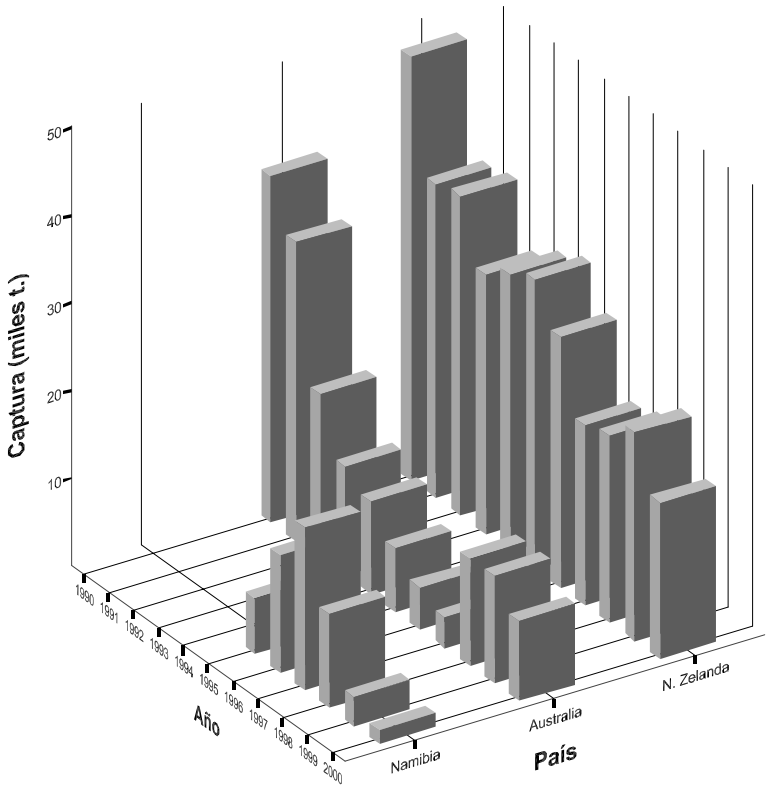


Figura 21. Capturas de orange roughy de los principales países para el período 1990-2000. (Fuente: Estadísticas de Pesca, FAO 2002).

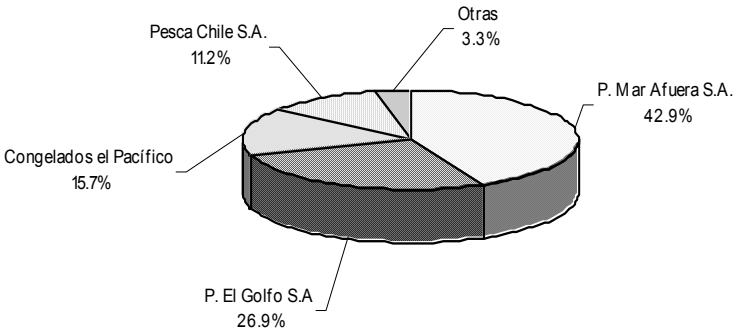


Figura 22. Participación (%) de la cantidad exportada de productos congelados de orange roughy, por empresa, 2001.

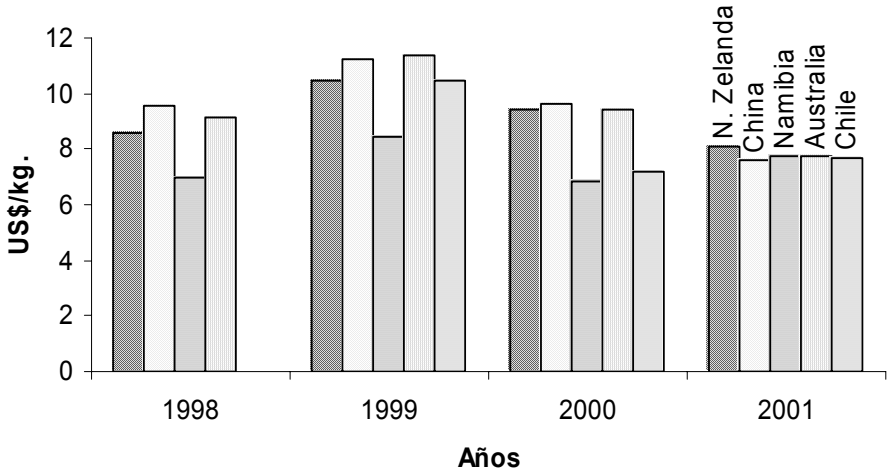


Figura 23. Precios medios de importación a Estados Unidos de filetes congelados de orange roughy, según país de origen. Período 1998-2001.

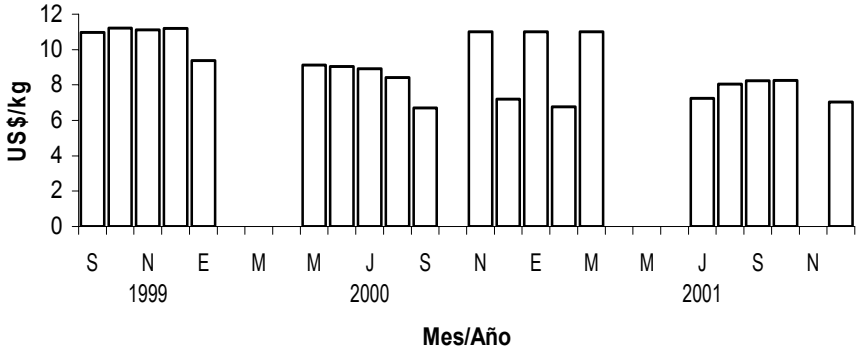


Figura 24. Precios de exportación de filete congelado de orange roughy, por mes. Período 1999-2001.

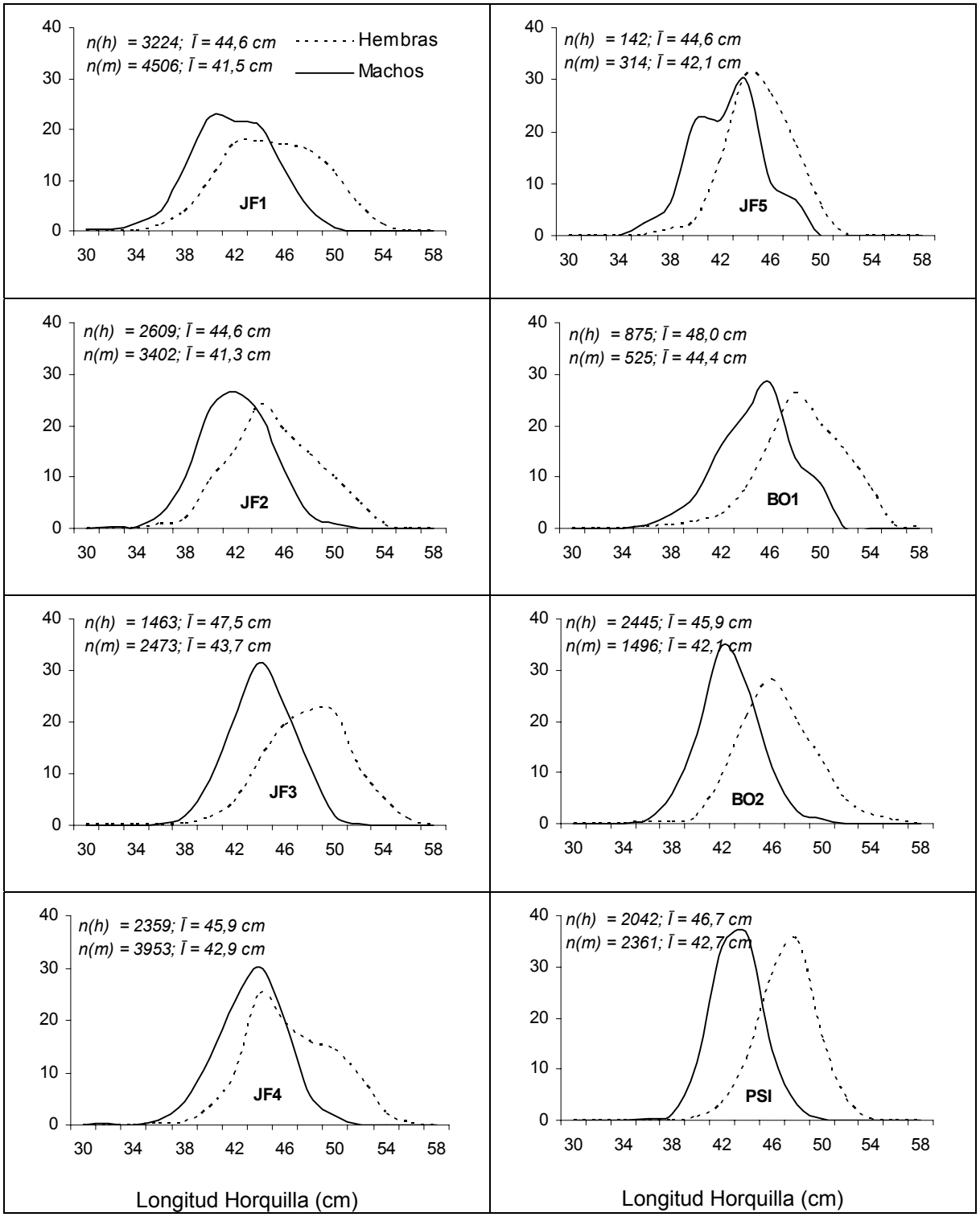


Figura 25. Distribución de frecuencia (%) de longitudes de las capturas de orange roughy, por monte y sexo. Se indica número de ejemplares medidos (n(h): hembras; n(m): machos) y la talla media ($\bar{x}$). Monitoreo de la pesquería 2001.

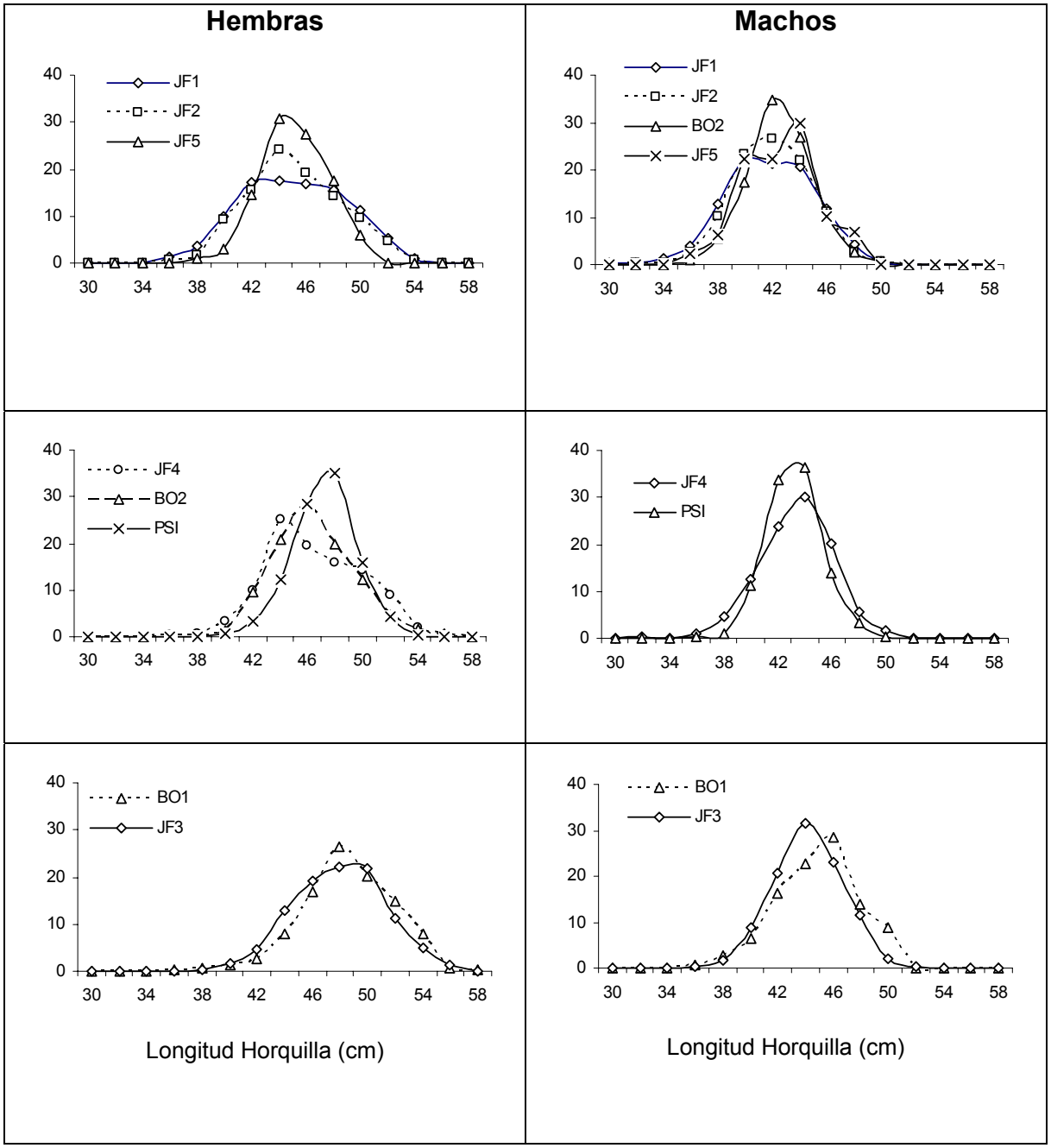


Figura 26. Distribución de frecuencia (%) de longitudes de las capturas de orange roughy, por sexo y monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

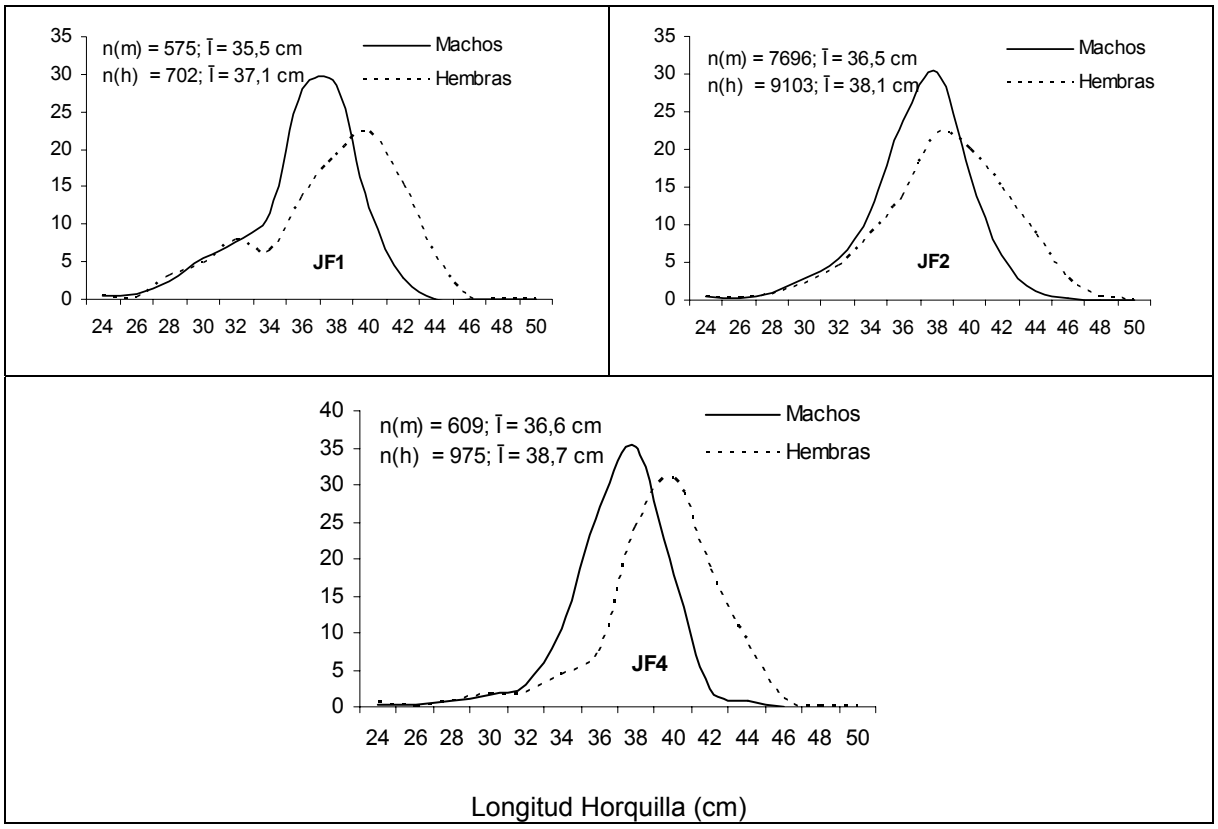


Figura 27. Distribución de frecuencia (%) de longitudes de las capturas de alfonsino, por monte y sexo. Se indica número de ejemplares medidos (n(m): machos; n(h): hembras) y la talla media ($\bar{x}$). Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

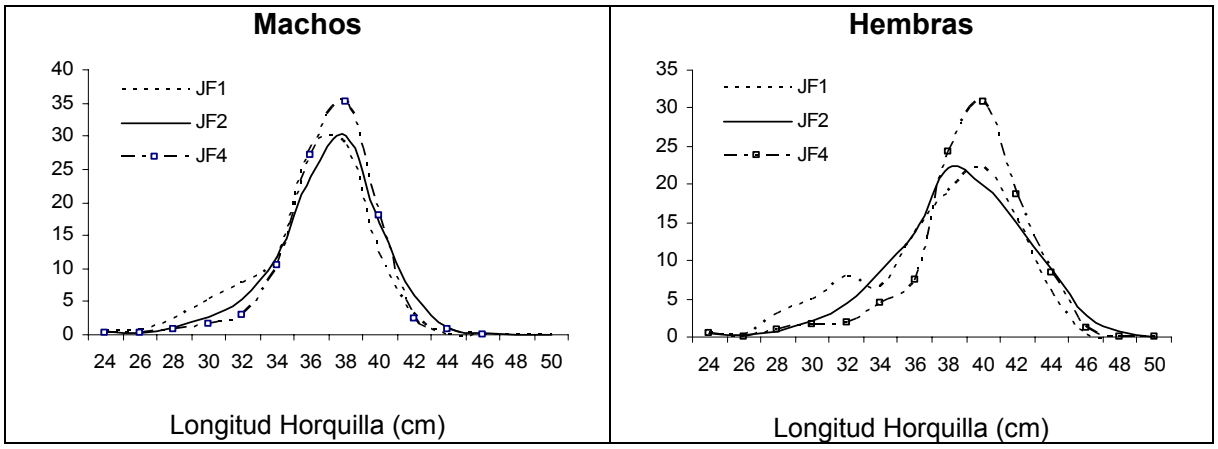


Figura 28. Distribución de frecuencia (%) de longitudes de las capturas de alfonsino, por sexo y monte. Monitoreo de la pesquería de orange roughy, 2001.

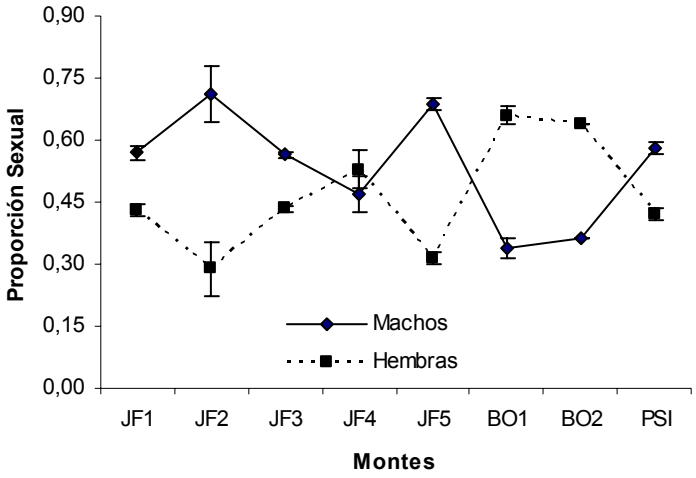


Figura 29. Proporción sexual en las capturas de orange roughy por monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

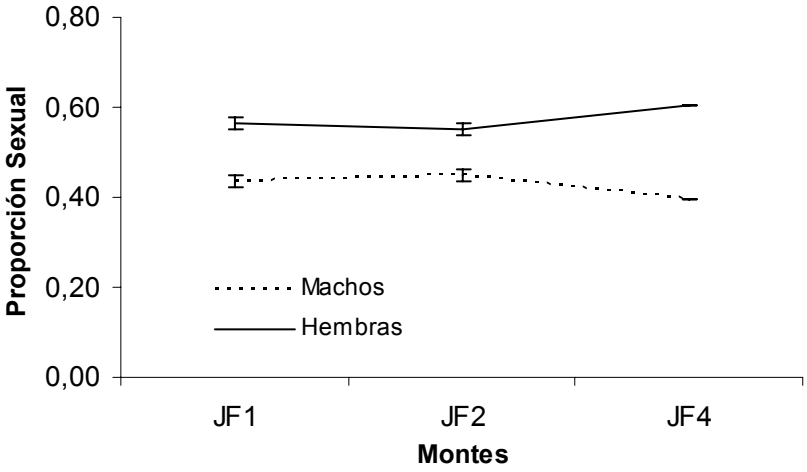


Figura 30. Proporción sexual en las capturas de alfonsino por monte. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

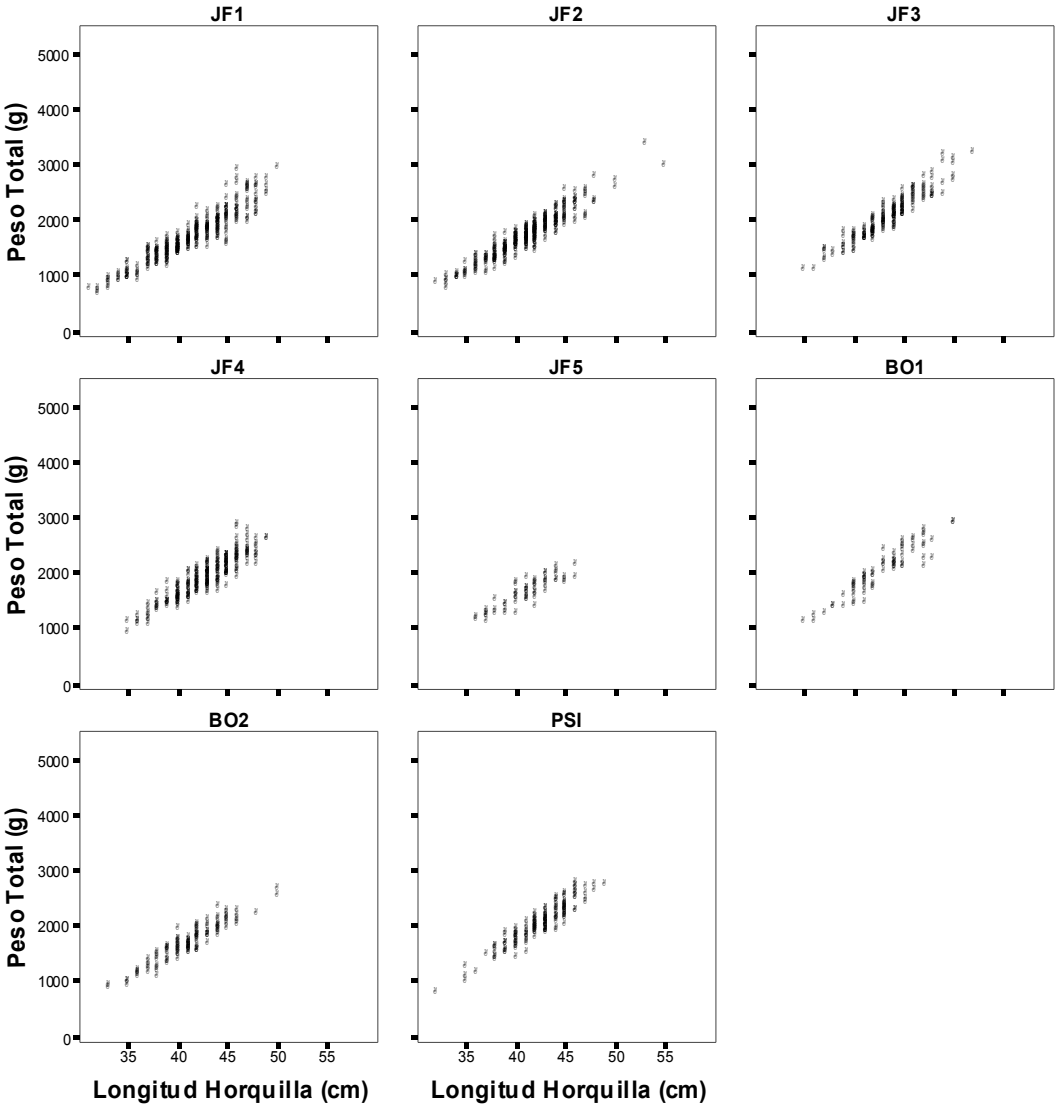


Figura 31. Relación longitud de horquilla y peso total para machos de orange roughy por monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

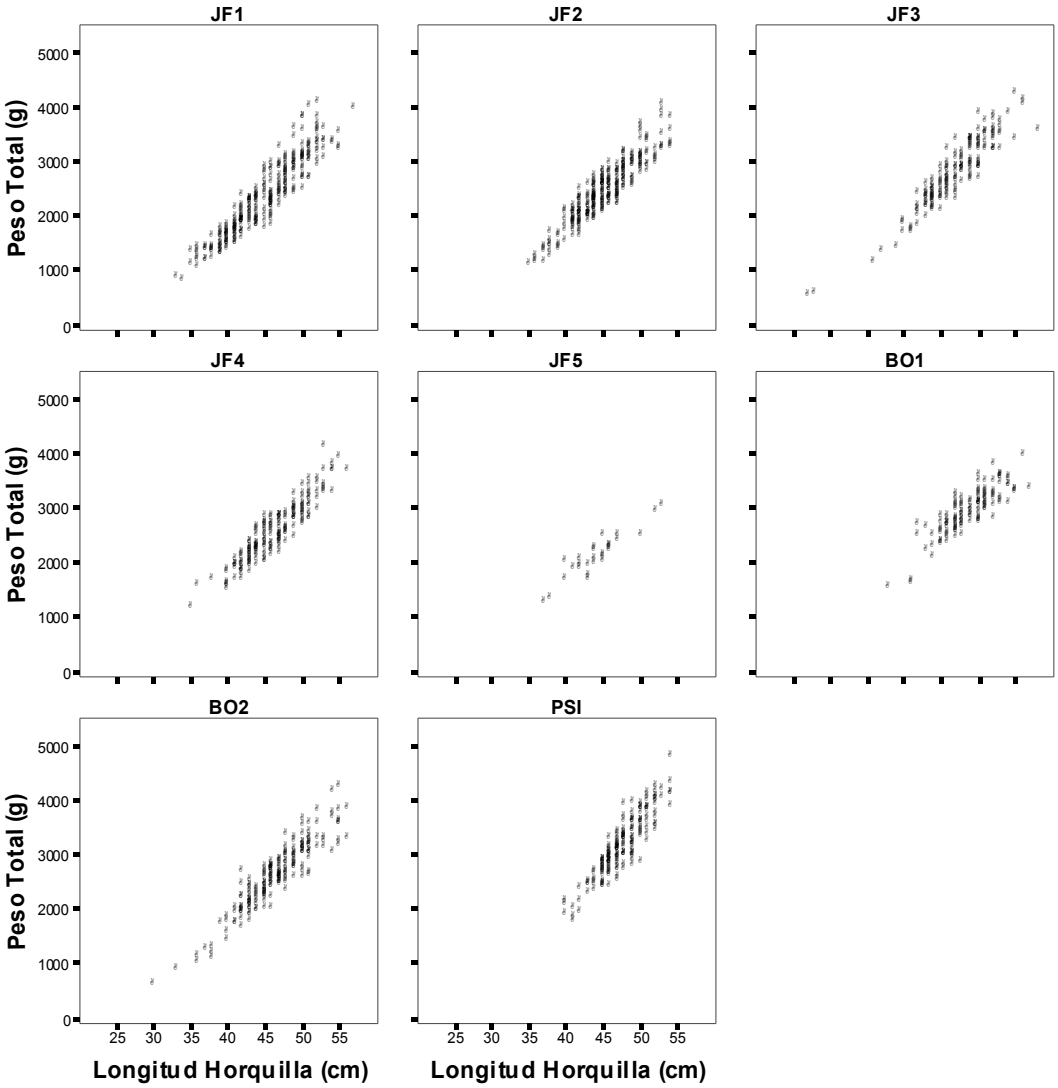


Figura 32. Relación longitud de horquilla y peso total para hembras de orange roughy por monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

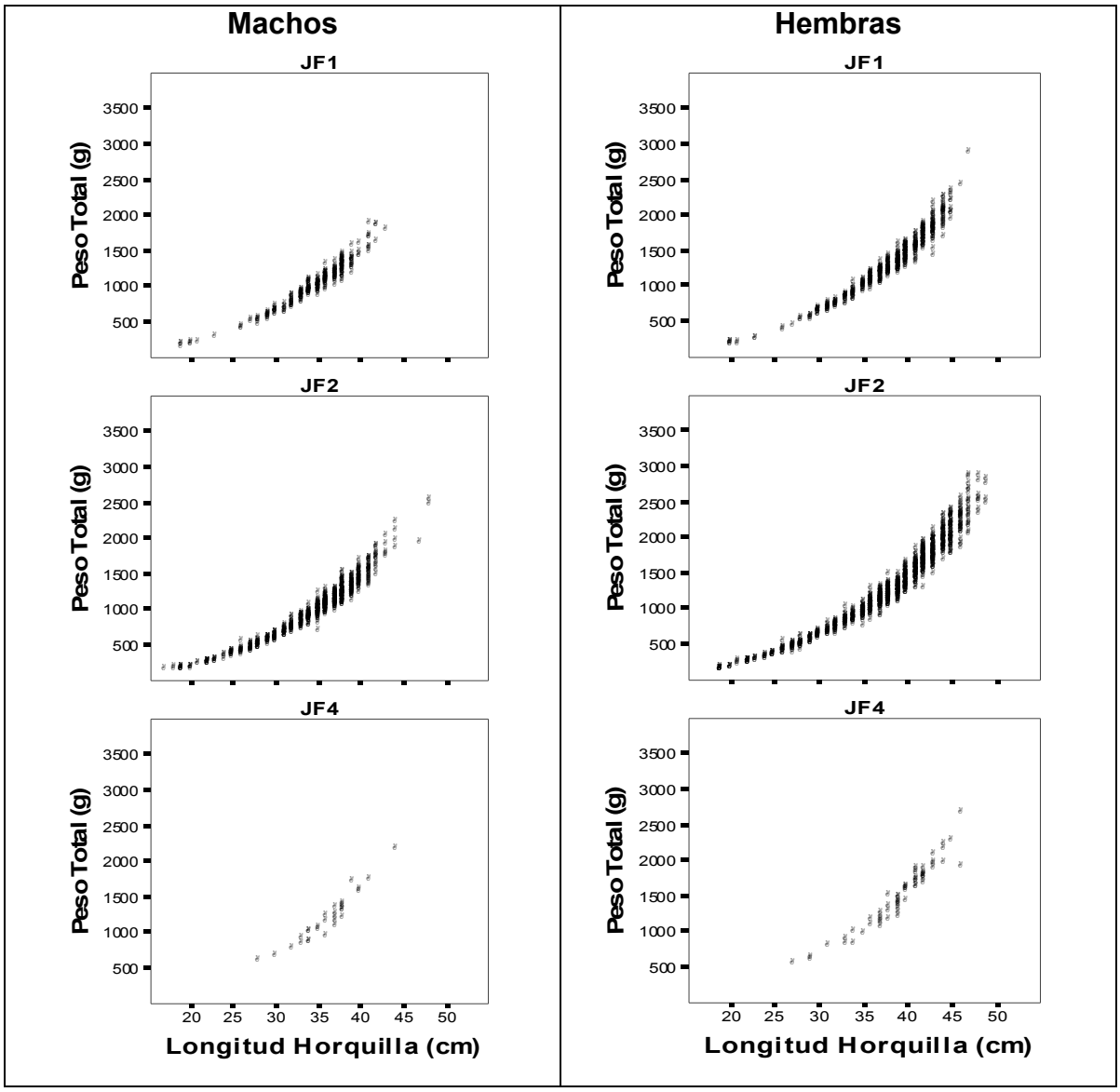


Figura 33. Relación longitud de horquilla y peso total de alfonsino por sexo y monte. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

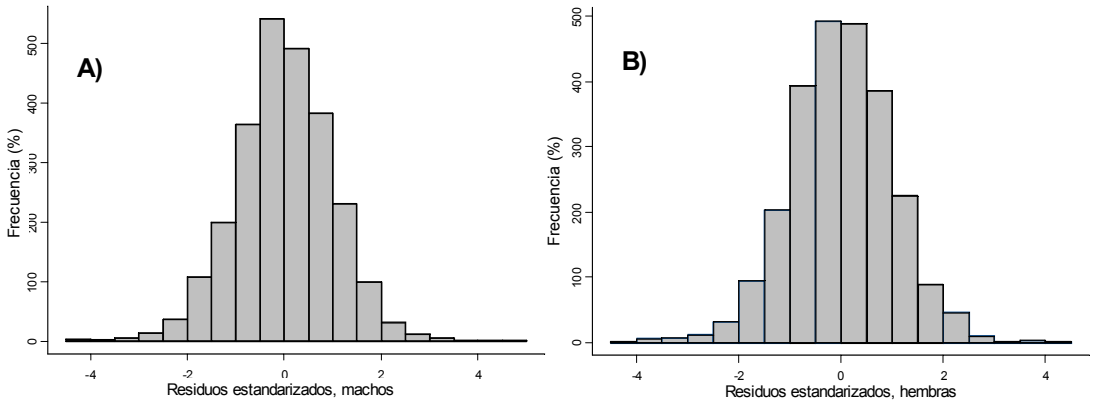


Figura 34. Residuos estandarizados del modelo lineal de condición de orange roughy. A) machos; B) hembras.

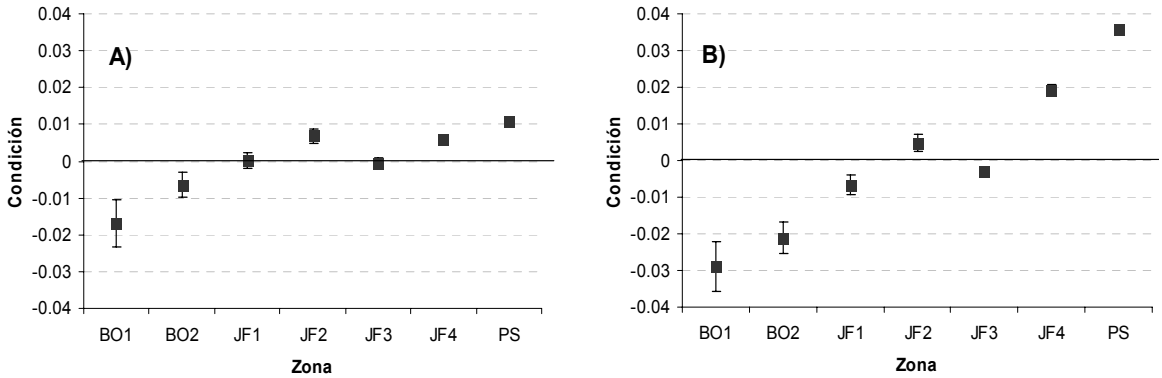


Figura 35. Índice de condición biológica de orange roughy por zona de pesca (monte), temporadas 2000 y 2001. (A) machos, (B) hembras (Barras de error, intervalo de confianza de 95%).

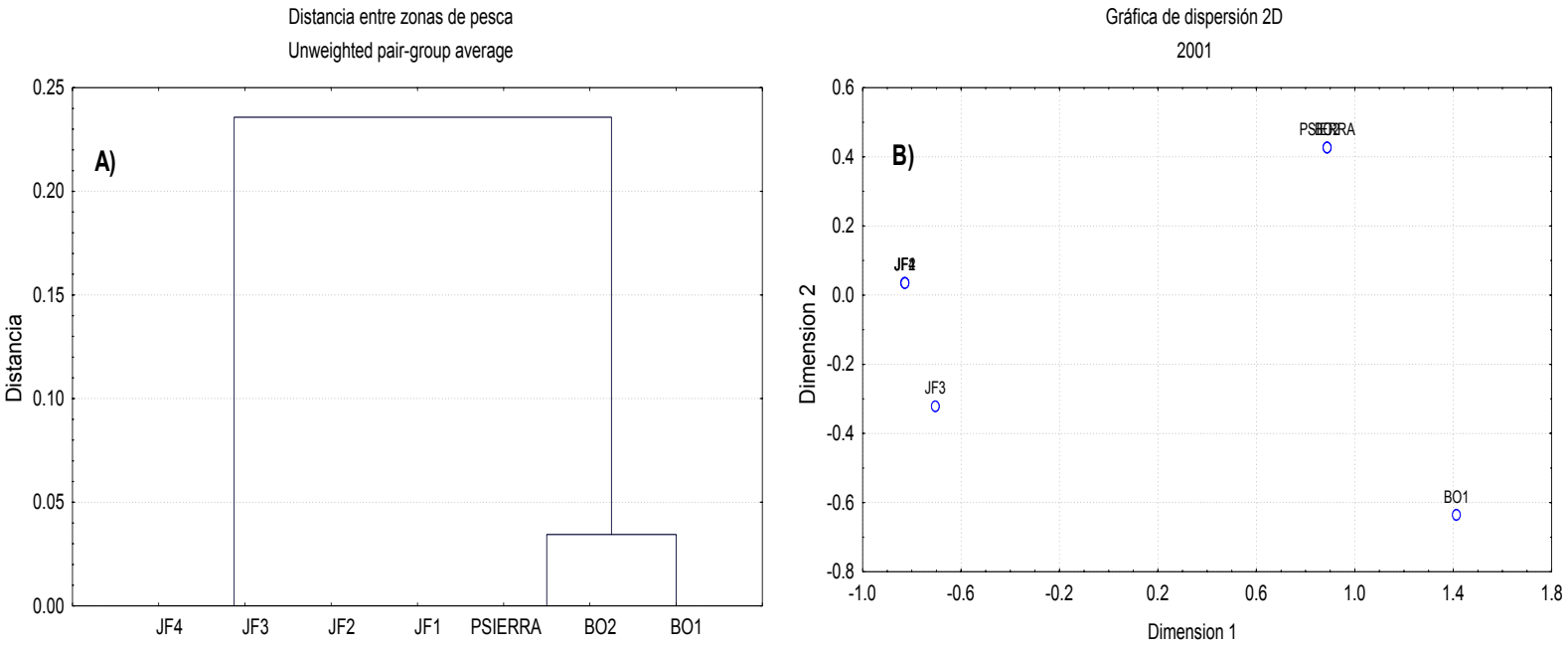


Figura 36. Comparación multivariada de las zonas de pesca de orange roughy, sobre la base de datos de presencia y ausencia de los componentes de la fauna acompañante de esta pesquería. A) Dendrograma que agrupa las zonas (montes); B) Escalamiento Multidimensional no Métrico de las zonas. Año 2001.

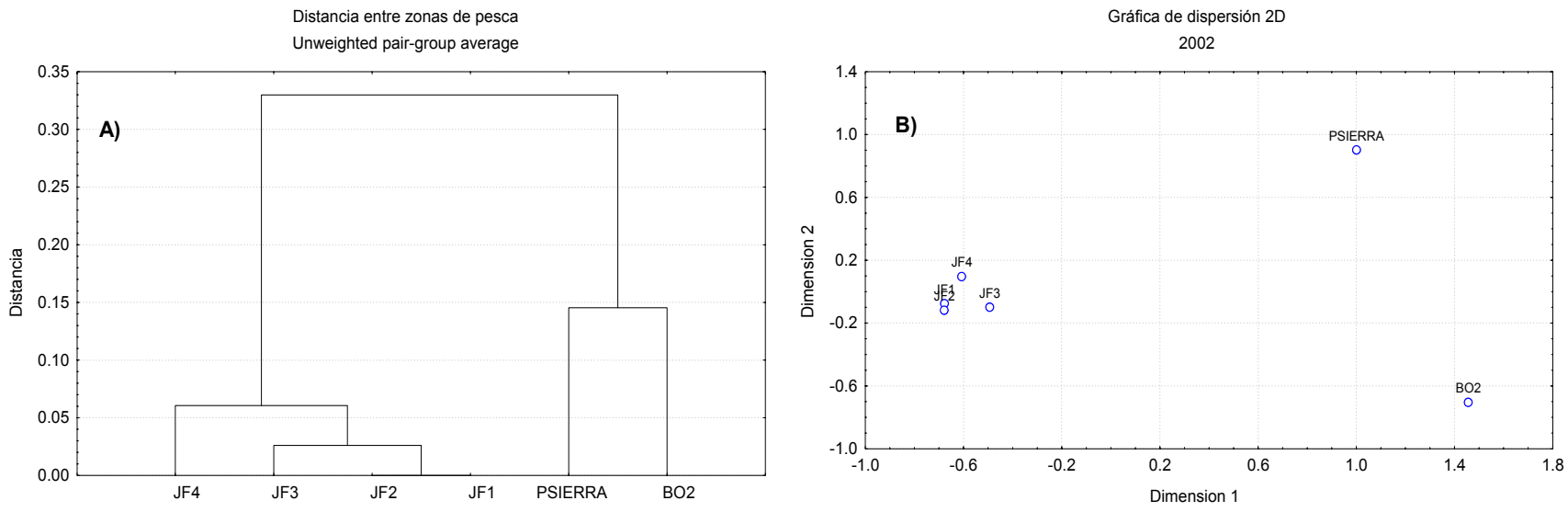


Figura 37. Comparación multivariada de las zonas de pesca de orange roughy, sobre la base de datos de presencia y ausencia de los componentes de la fauna acompañante de esta pesquería. A) Dendrograma que agrupa las zonas (montes); B) Escalamiento Multidimensional no Métrico de las zonas. Año 2002.

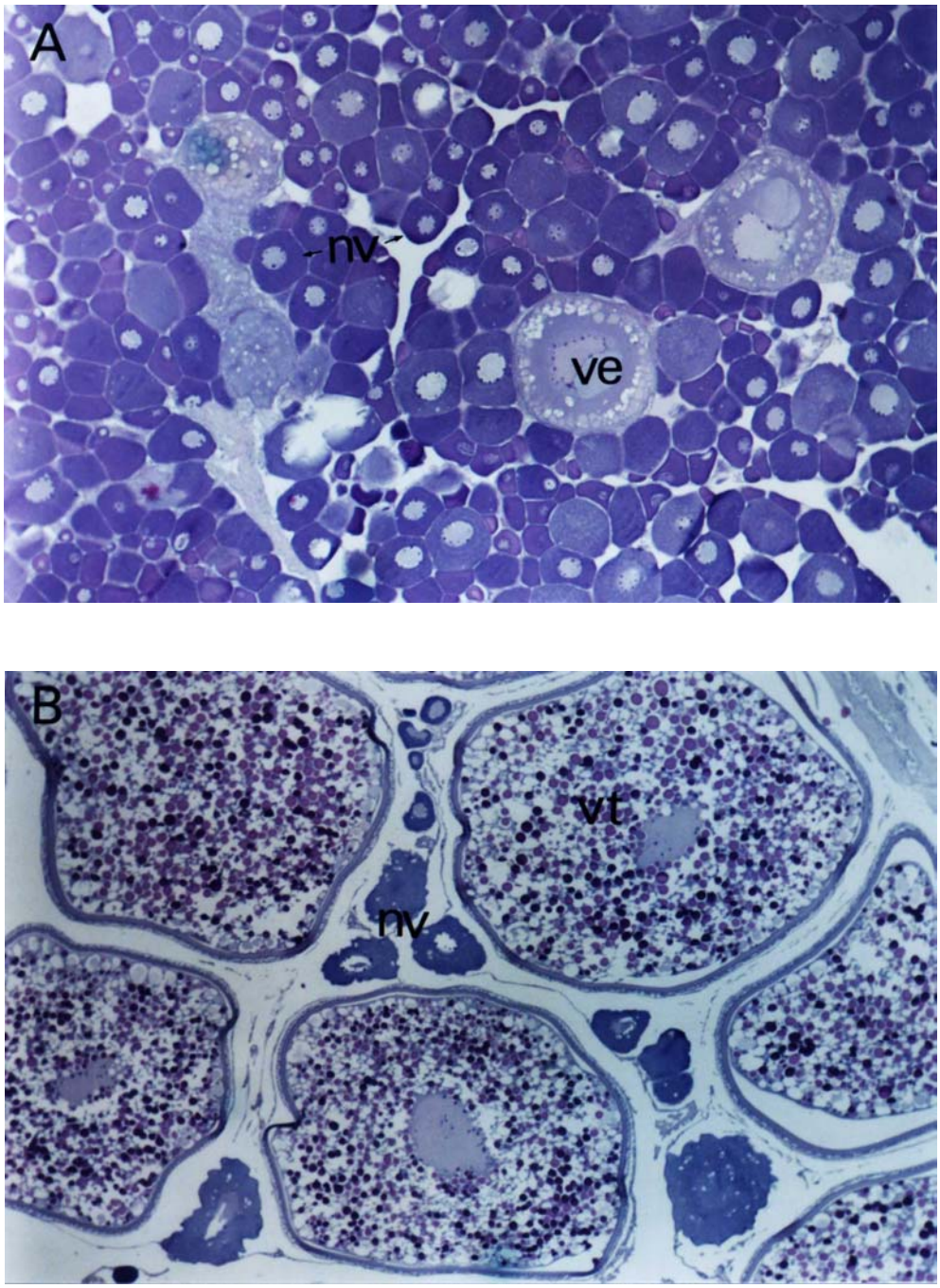


Figura 38. Microfotografía de un corte histológico de ovario de orange roughy, en distinto estadio de madurez sexual (A: EMS 1 y B: EMS 2 en fase tardía) (4X).

continuación

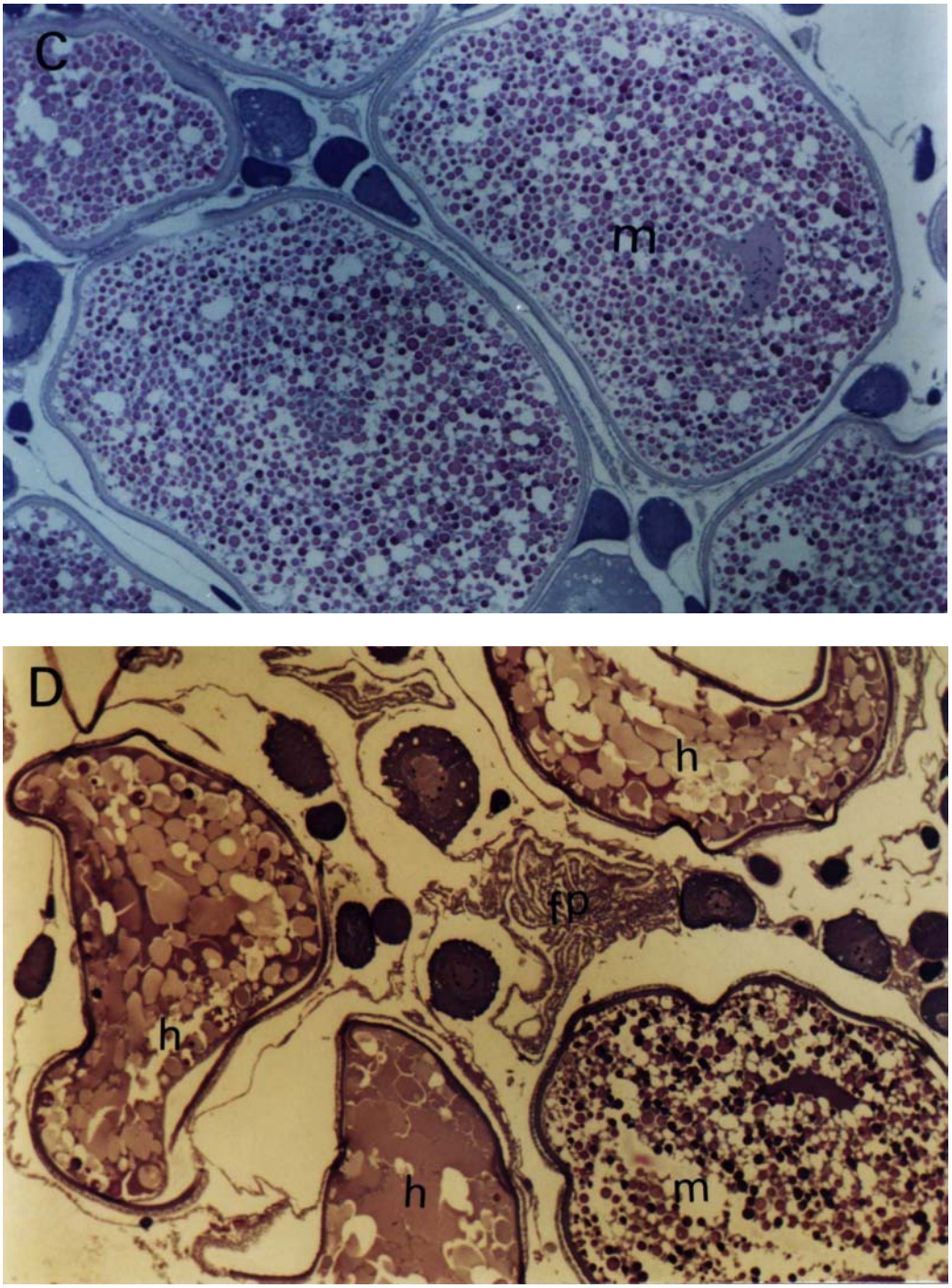
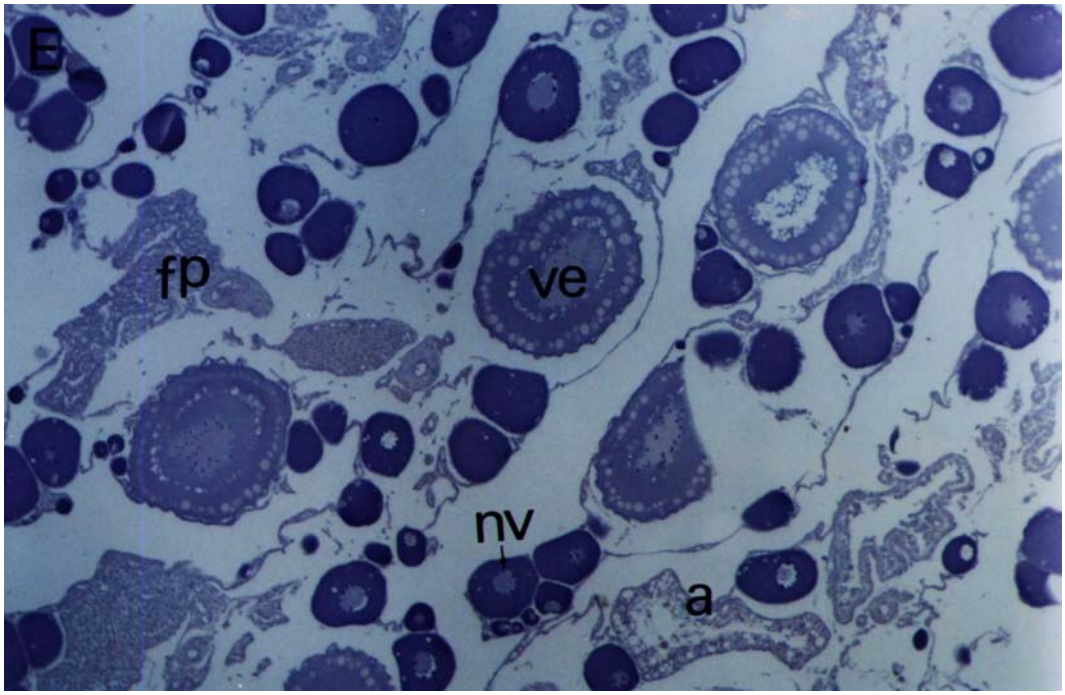


Figura 38. Microfotografía de un corte histológico de ovario de orange roughy, en distinto estadio de madurez sexual ((C: EMS 3 y D: EMS 4) (4X).) (4X).

continuación



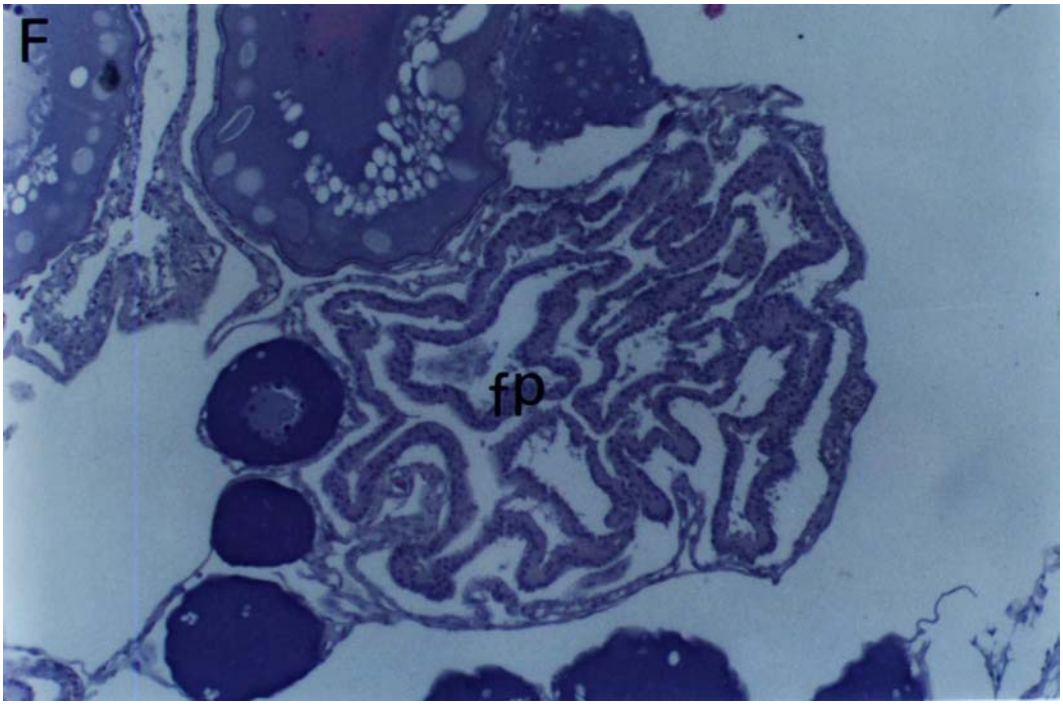


Figura 38. Microfotografía de un corte histológico de ovario de orange roughy, en estadio EMS 5 (E) (4X) y la apariencia de un folículo postovulatorio (F) (10X).

continuación

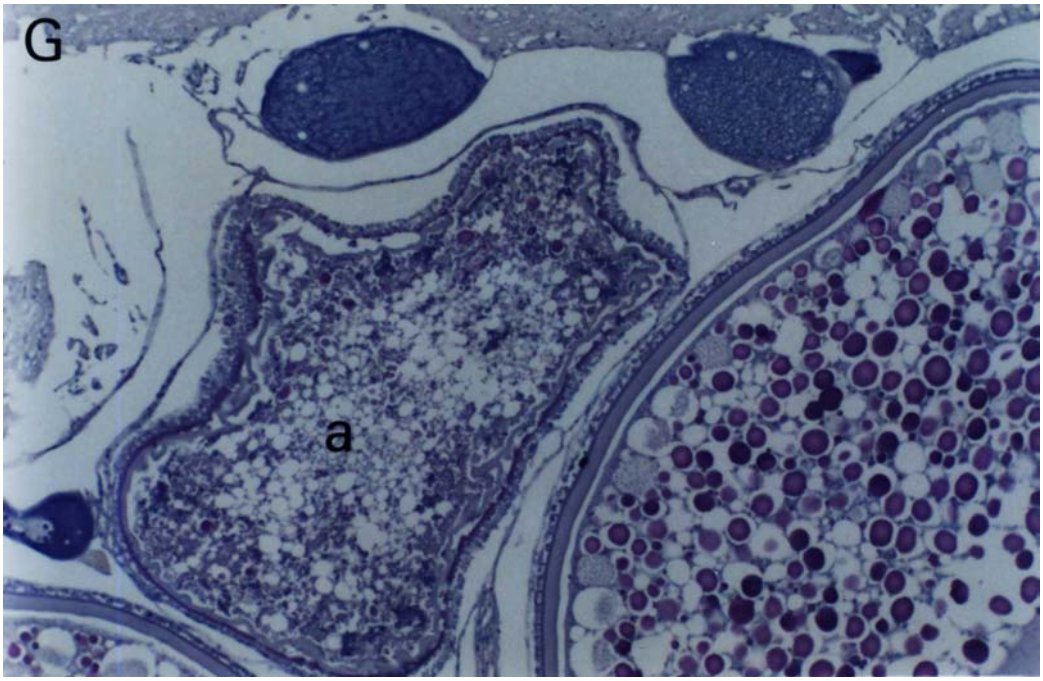


Figura 38. Microfotografía de un corte histológico de ovario de orange roughy, mostrando un folículo atrésico (G) (10X).

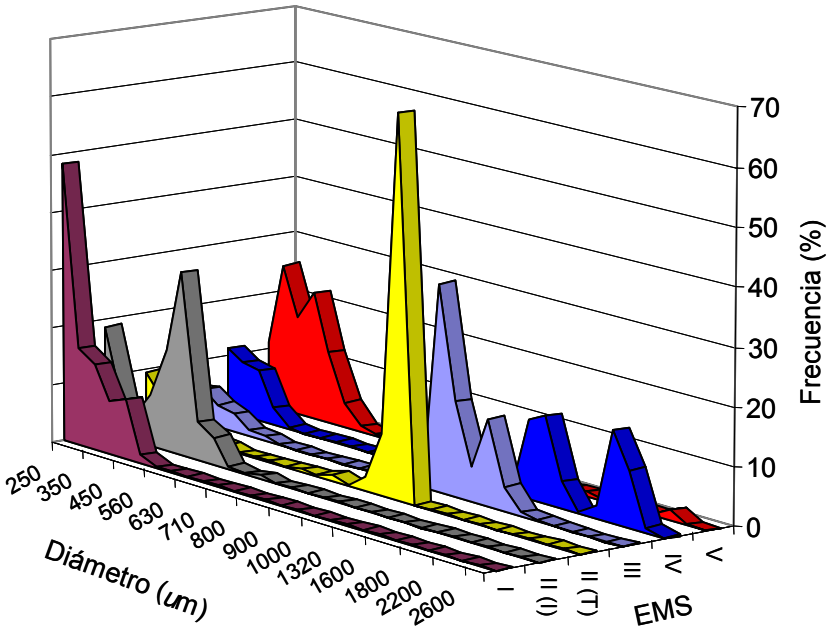


Figura 39. Distribución de frecuencias de ovocitos en submuestras de ovarios de orange roughy en diferentes estadios de madurez sexual (I: Inmaduro; II (I): En maduración inicial; II (T): En maduración tardía; III: Maduro; IV: En desove y V: Desovado).

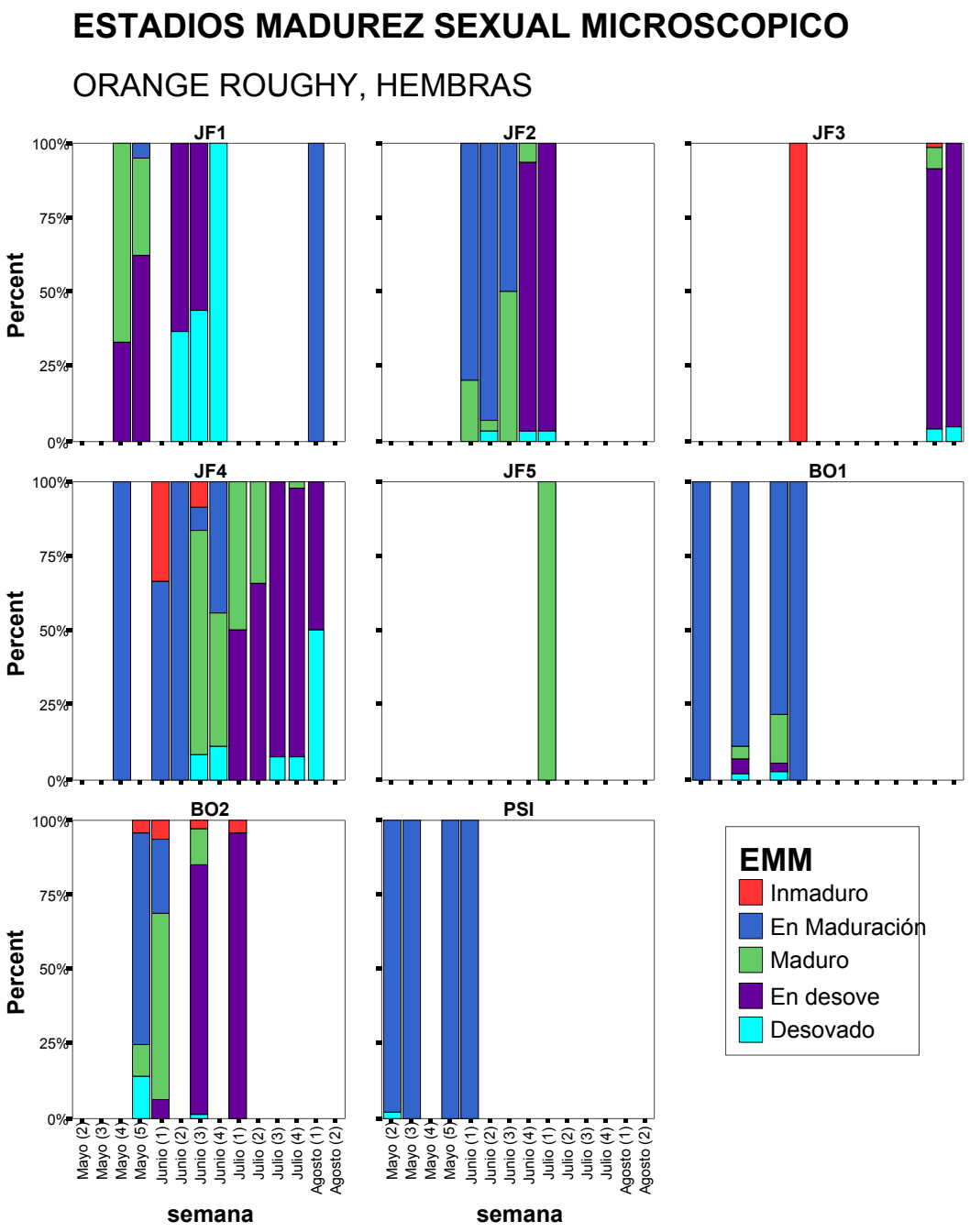


Figura 40. Distribución semanal de estadios de madurez sexual de hembras de orange roughy colectadas en los caladeros de Punta Sierra (PSI), Bajo O'Higgins (BO) y Juan Fernández (JF). Período mayo-agosto, 2001.

ESTADIOS MADUREZ SEXUAL MICROSCOPICO

ORANGE ROUGHY, MACHOS

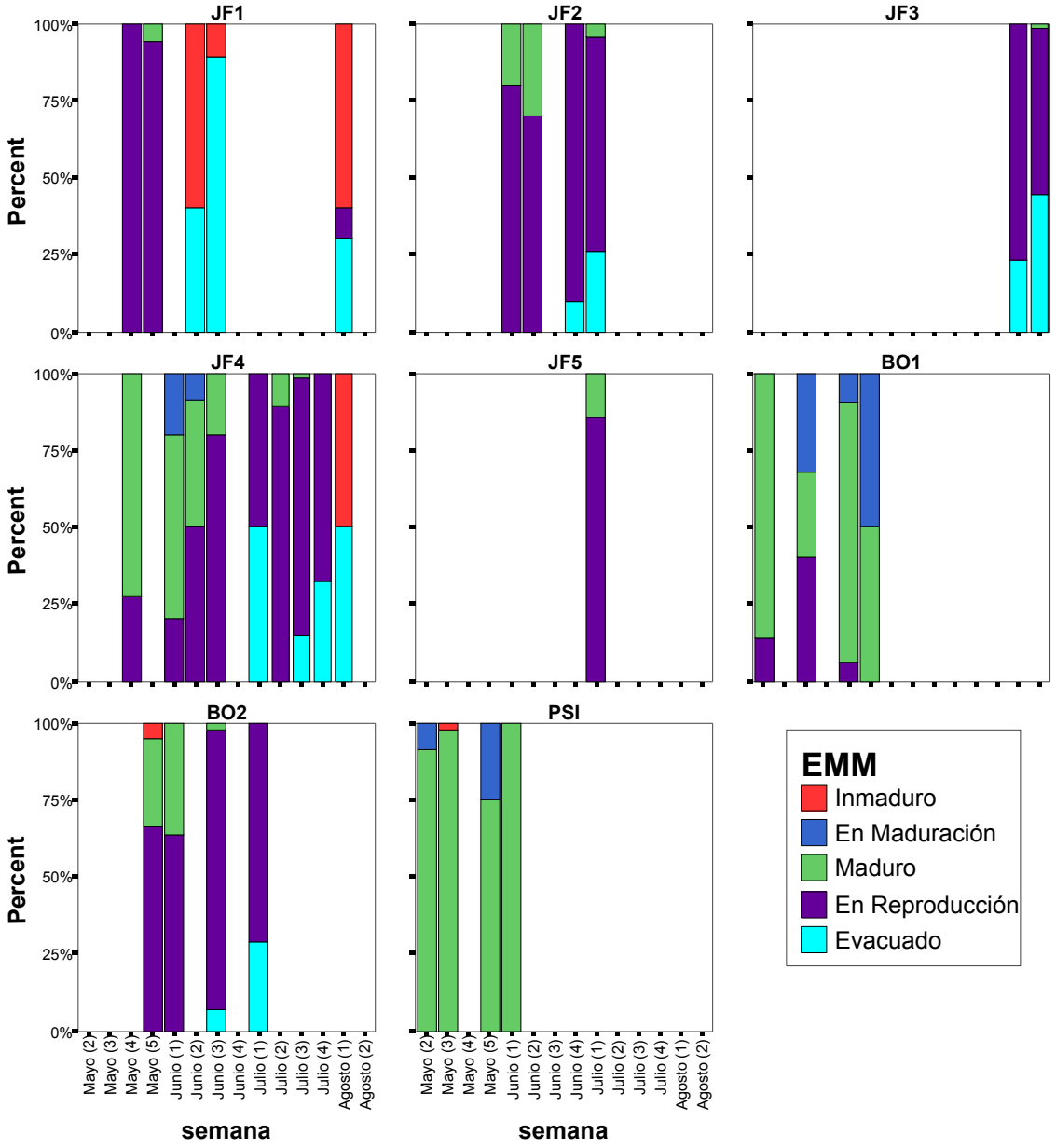


Figura 41. Distribución semanal de estadios de madurez sexual de machos de orange roughy colectados en los caladeros de Punta Sierra (PSI), Bajo O'Higgins (BO) y Juan Fernández (JF). Período mayo-agosto, 2001.

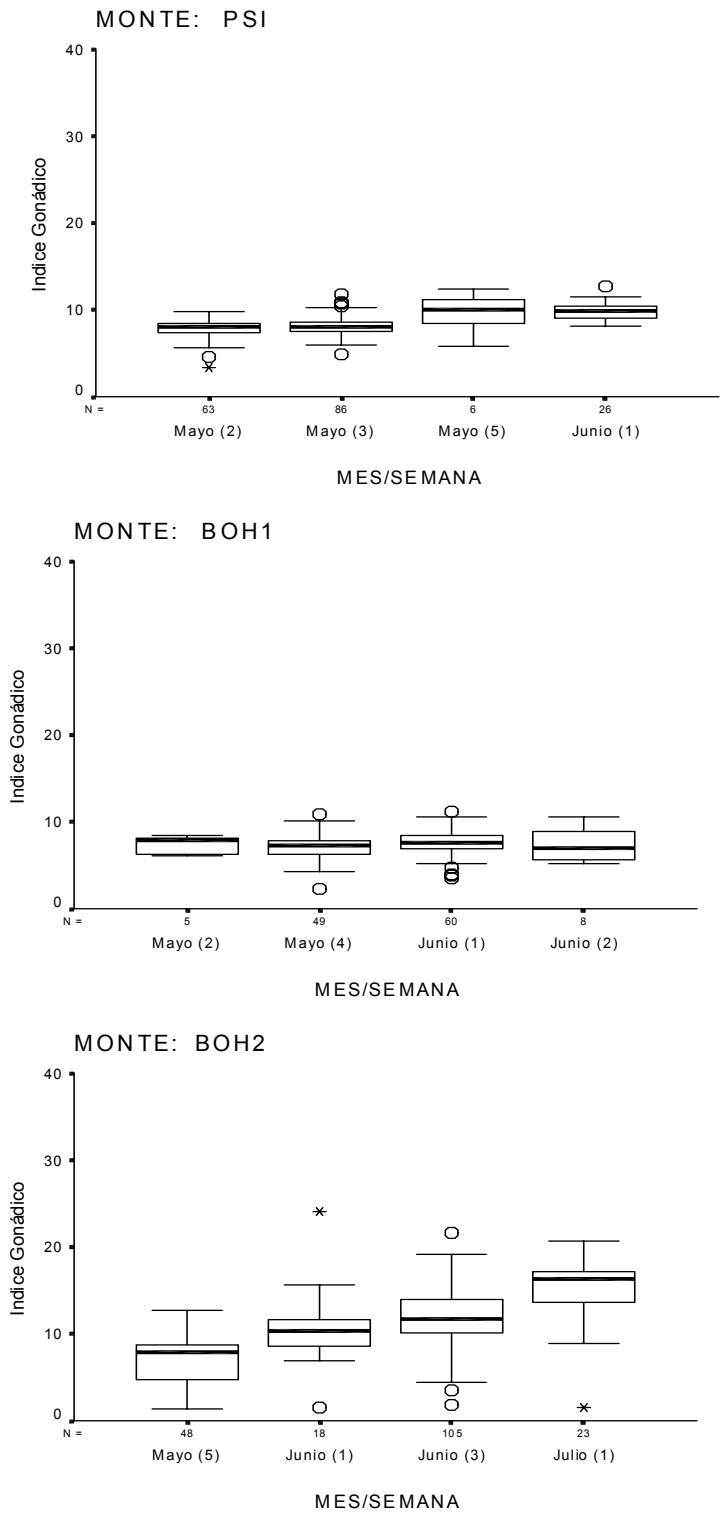


Figura 42. Índice gonádico de hembras de orange roughy por monte, mes y semana (). Bajo O'Higgins y Punta Sierra, 2001. En la figura se muestra la mediana, rango intercuartil y los valores extremos (la caja representa el 50% de las observaciones).

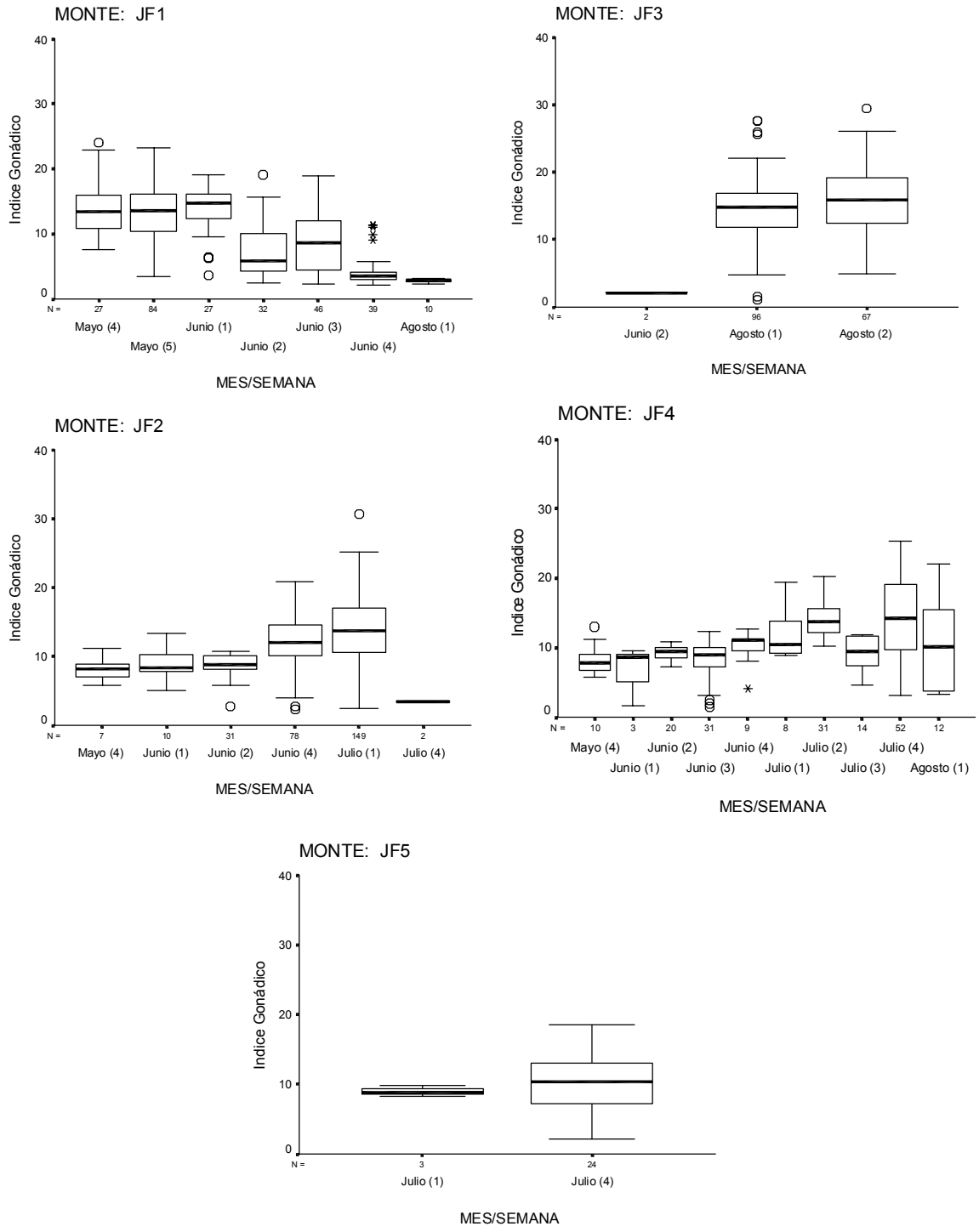


Figura 43. Índice gonádico de hembras de orange roughy por monte, mes y semana (). Archipiélago Juan Fernández, 2001. En la figura se muestra la mediana, rango intercuartil y los valores extremos (la caja representa el 50% de las observaciones).

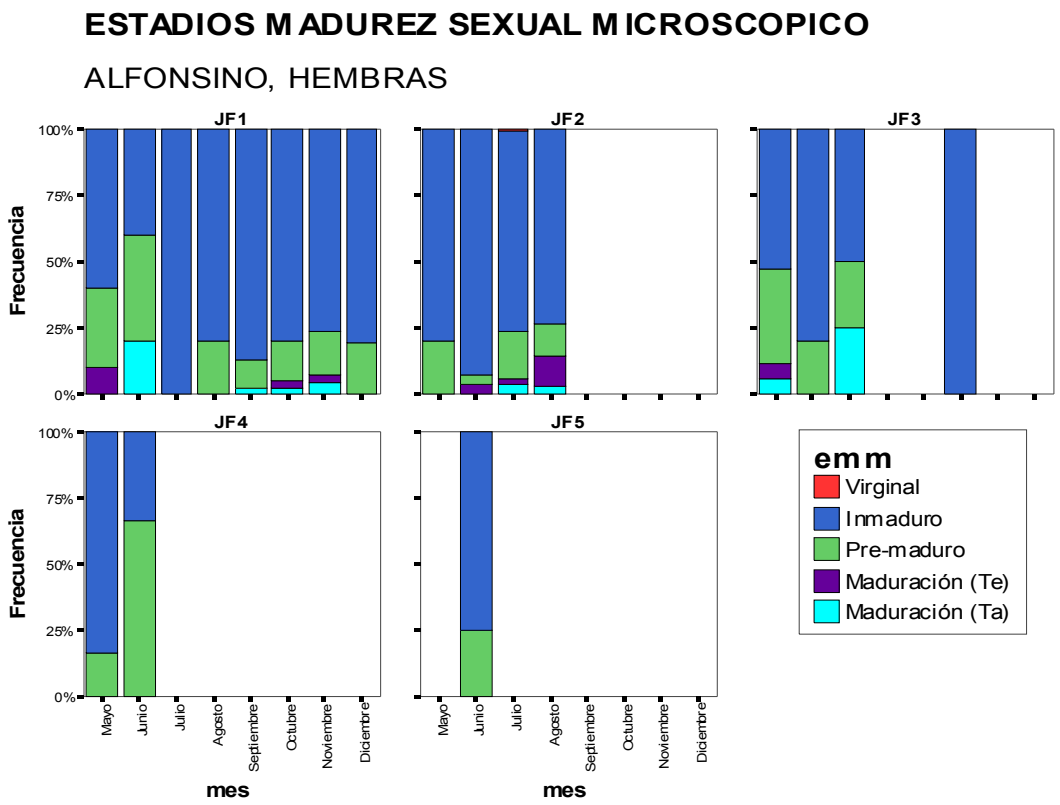


Figura 44. Distribución mensual de estadios de madurez sexual de hembras de alfonsino colectadas en Juan Fernández. Período mayo-diciembre, 2001.

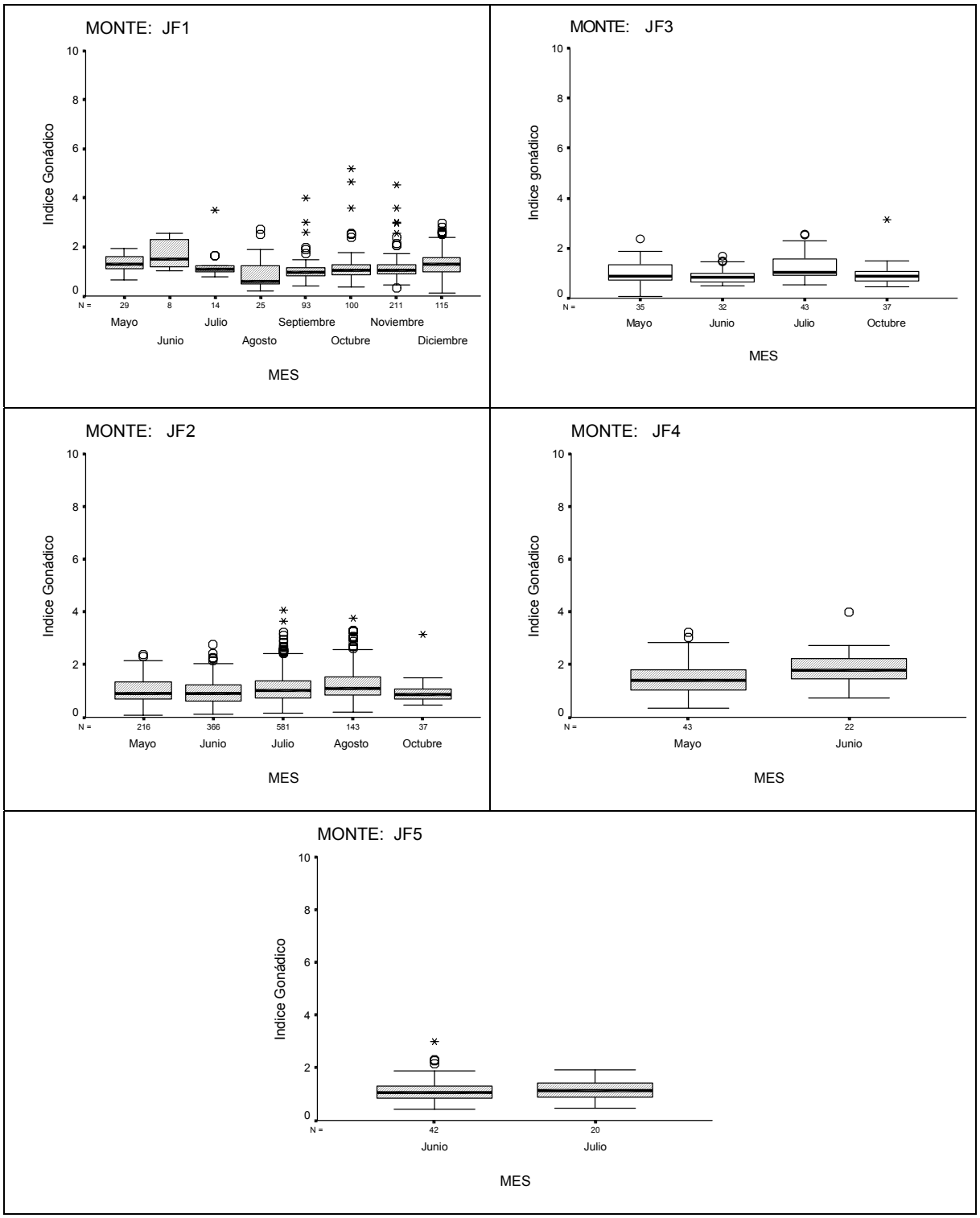


Figura 45. Índice gonádico de hembras de alfonsino por monte y mes. Archipiélago de Juan Fernández, 2001. En la figura se muestra la mediana, rango intercuartil y los valores extremos (la caja representa el 50% de las observaciones).

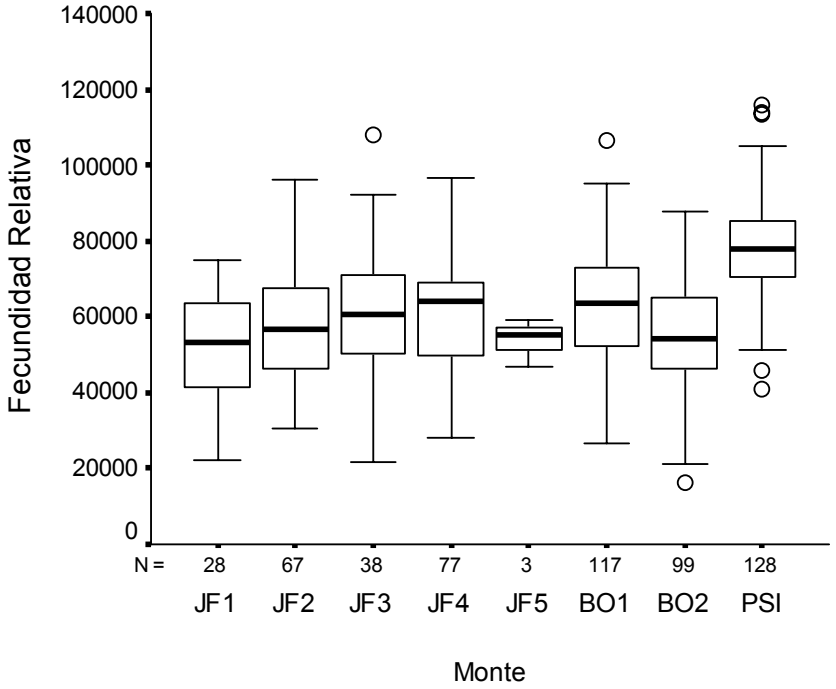


Figura 46. Fecundidad relativa (ovocitos/kg) de orange roughy, por monte. En la figura se muestra la mediana, rango intercuartil y los valores extremos (la caja representa el 50% de las observaciones).

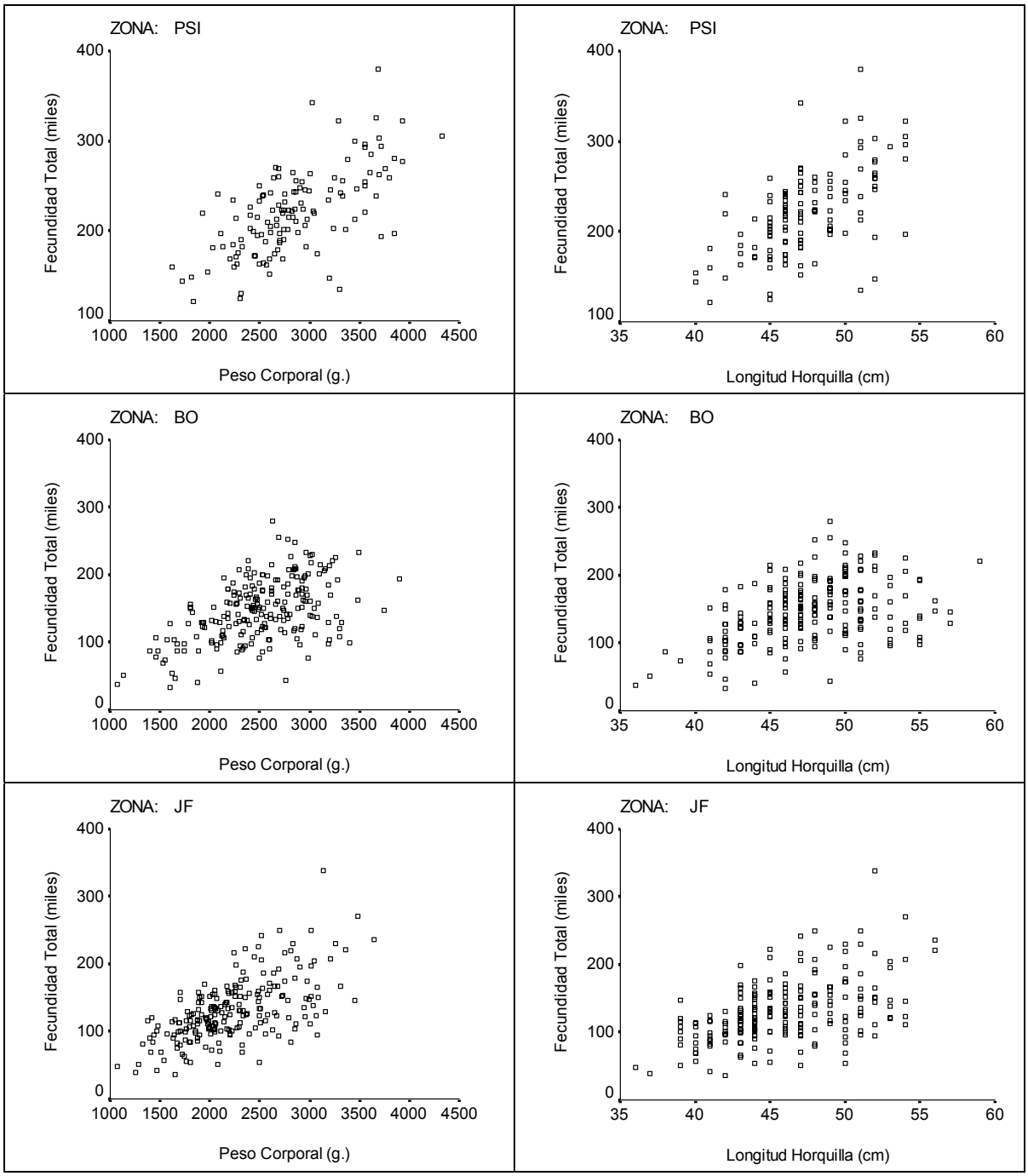
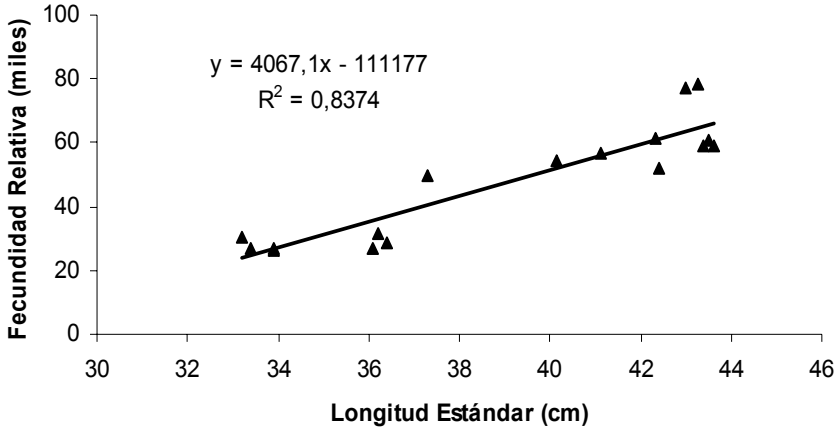


Figura 47. Relación entre la fecundidad total y el peso total (1^{era} columna) y la longitud de horquilla (2da columna) de orange roughy por zona. Período mayo-agosto, 2001.

A)



B)

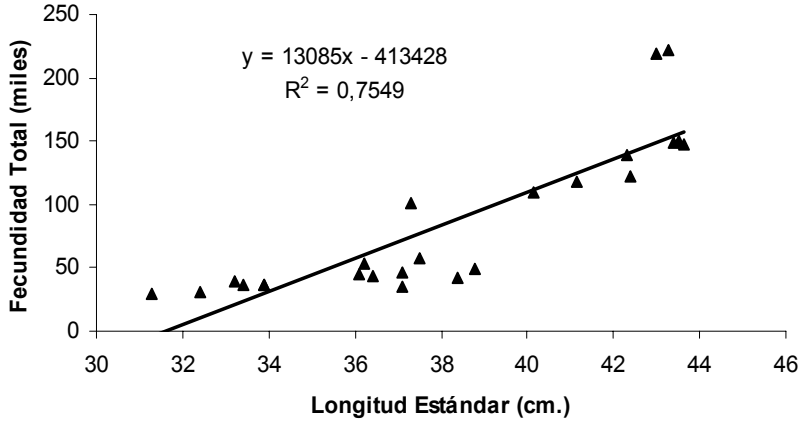


Figura 48. Relación entre la fecundidad y la longitud estándar promedio estimada para orange roughy, en las principales áreas de pesca a nivel mundial (A: Fecundidad relativa; B: Fecundidad Total).

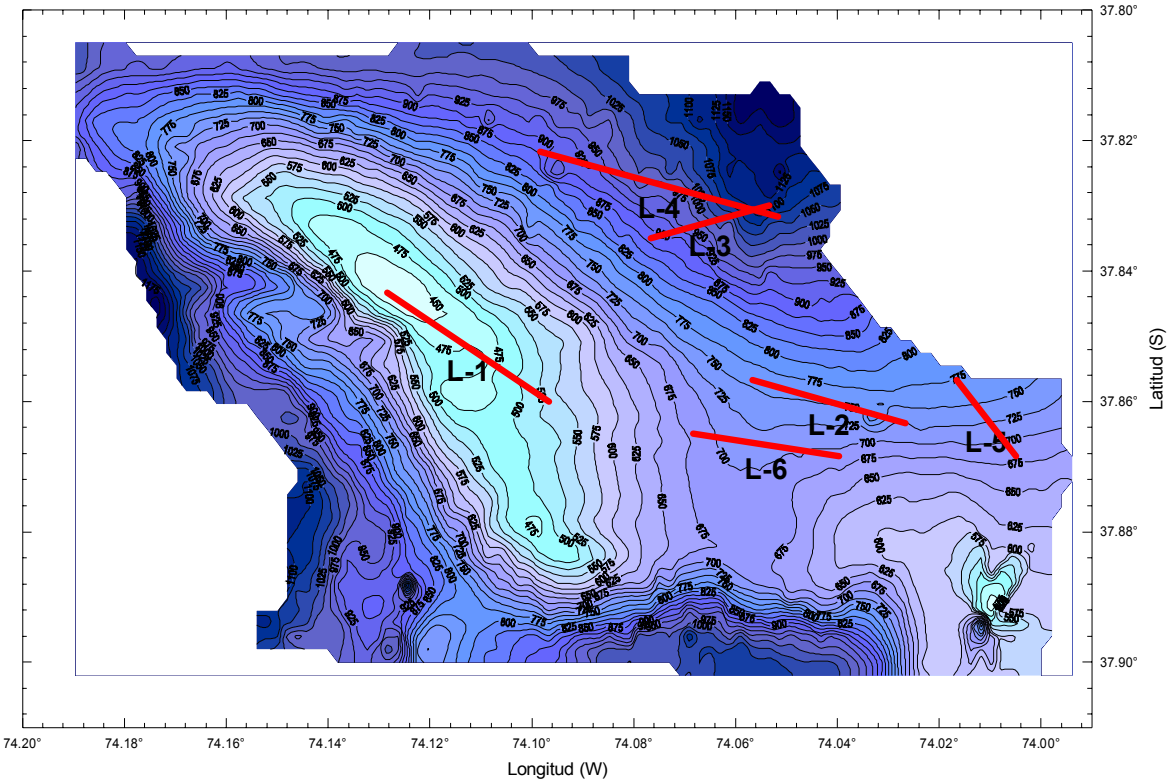


Figura 49. Batimetría del sector 1 y distribución de los lances de pesca exploratorios.

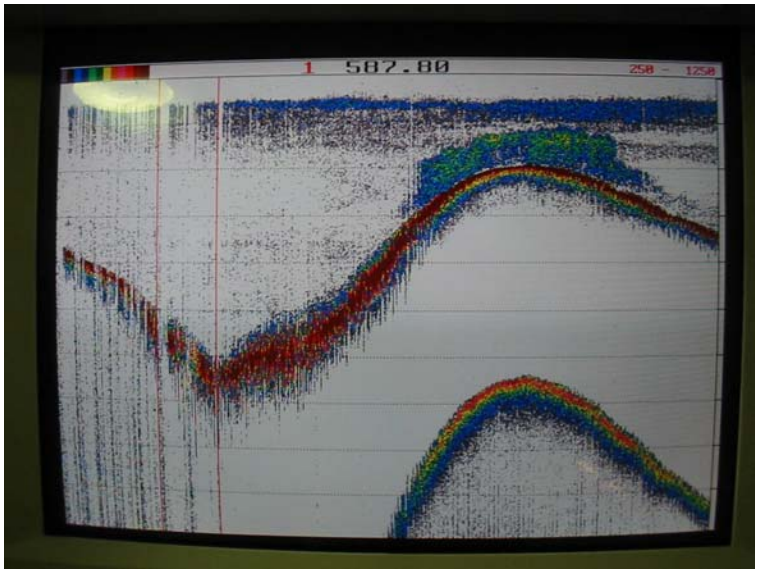


Figura 50. Registro obtenido en la cima de la montaña detectada en el sector 1.

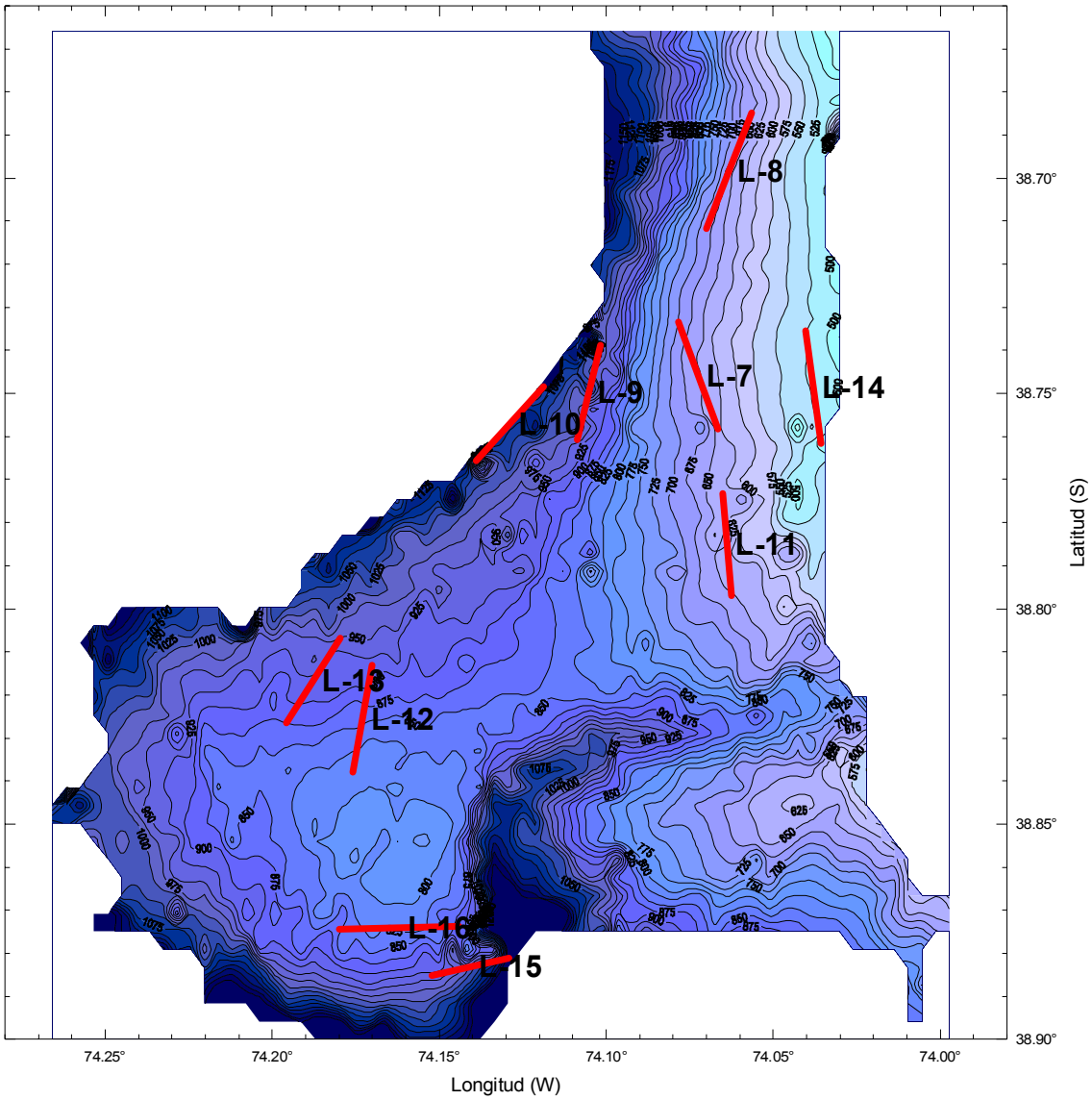


Figura 51. Batimetría del sector 2 y distribución de los lances de pesca exploratorios.

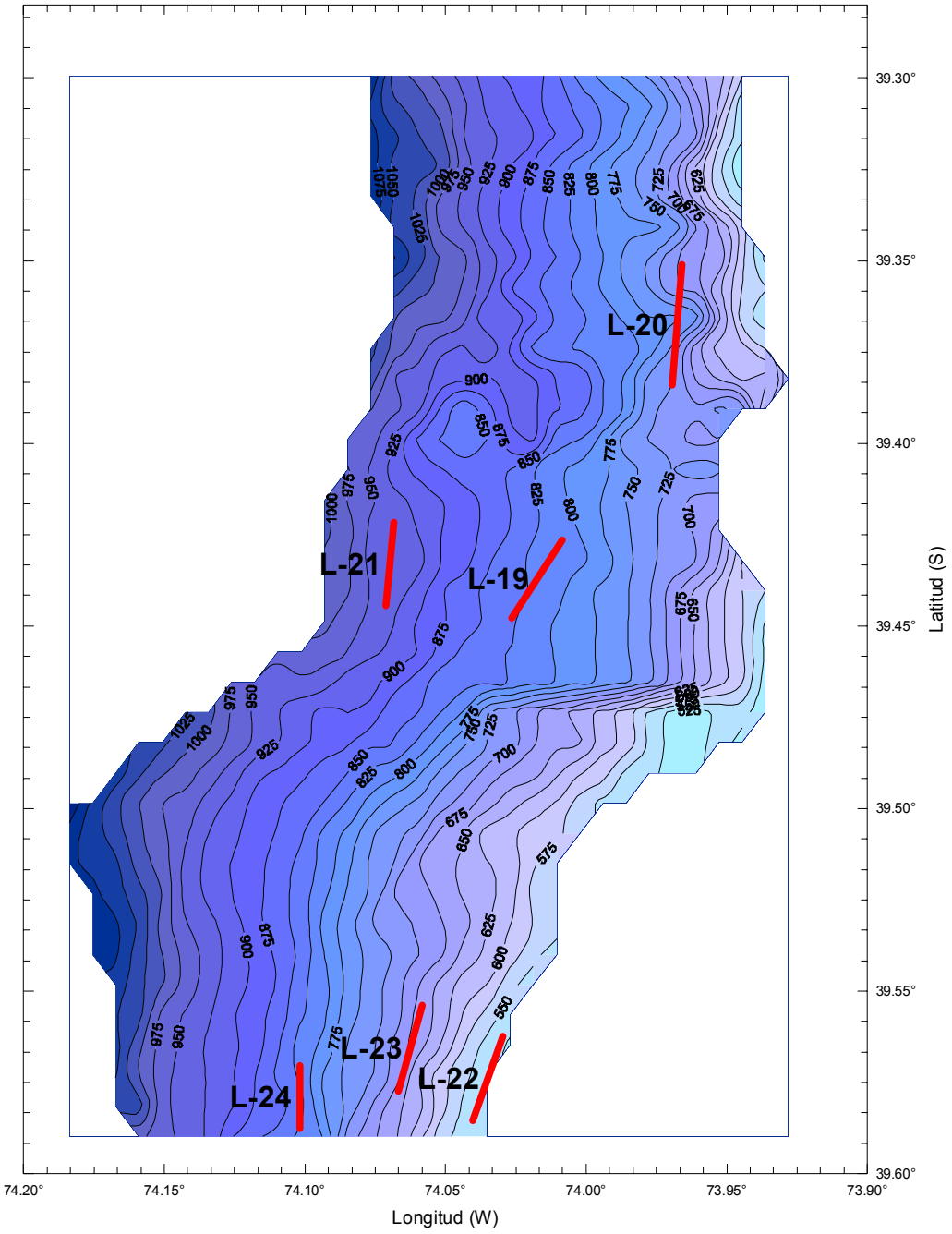


Figura 52. Batimetría del sector 4 y distribución de los lances de pesca exploratorios.

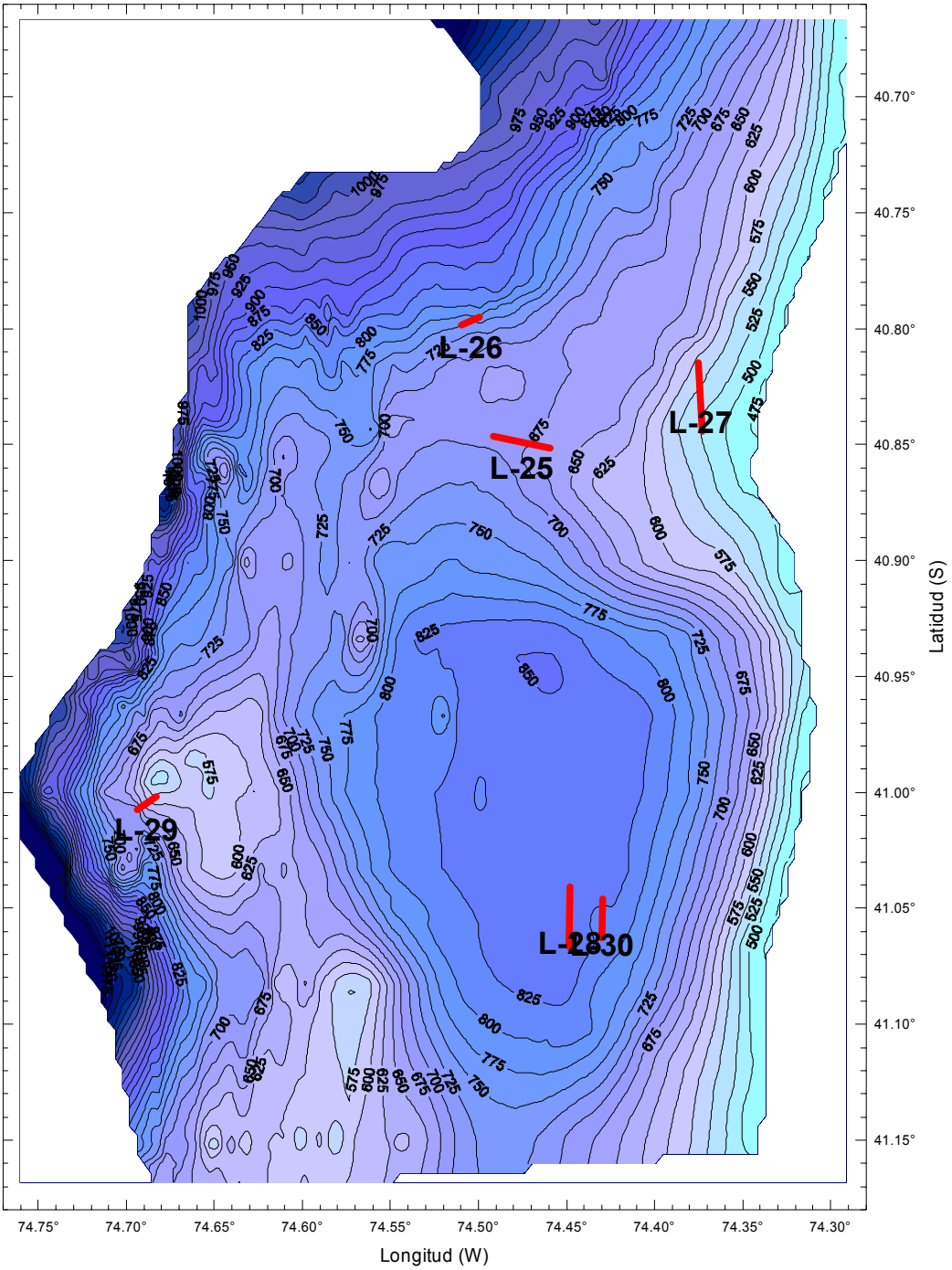


Figura 53. Batimetría del sector 5 y distribución de los lances de pesca exploratorios.

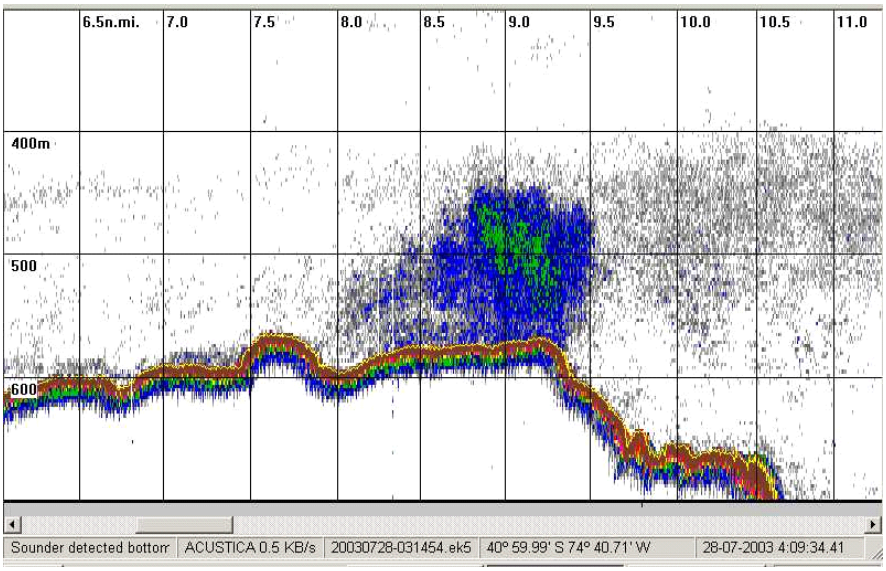


Figura 54. Agregación detectada en el sector 5.

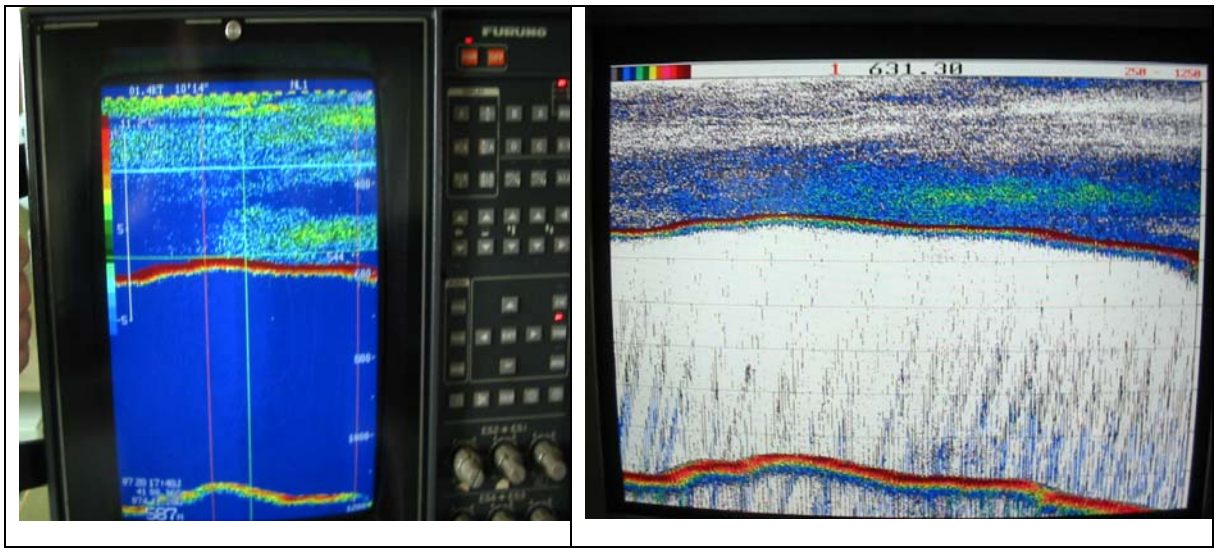


Figura 55. Registro del lance 29.

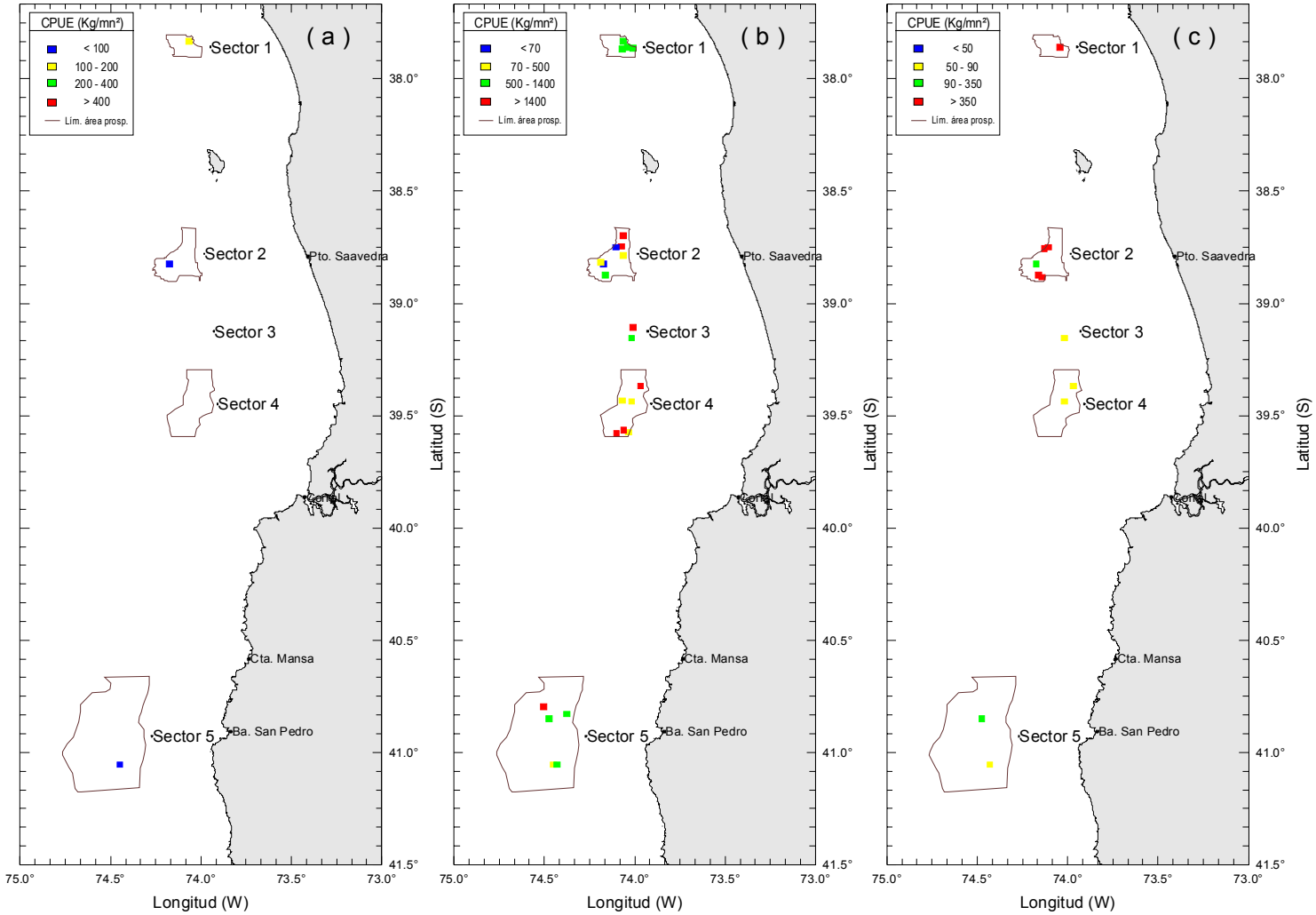


Figura 56. Distribución de abundancia (Kg/mn²) de los recursos a) orange roughy, b) merluza austral y c) bacalao de profundidad por sectores explorados.

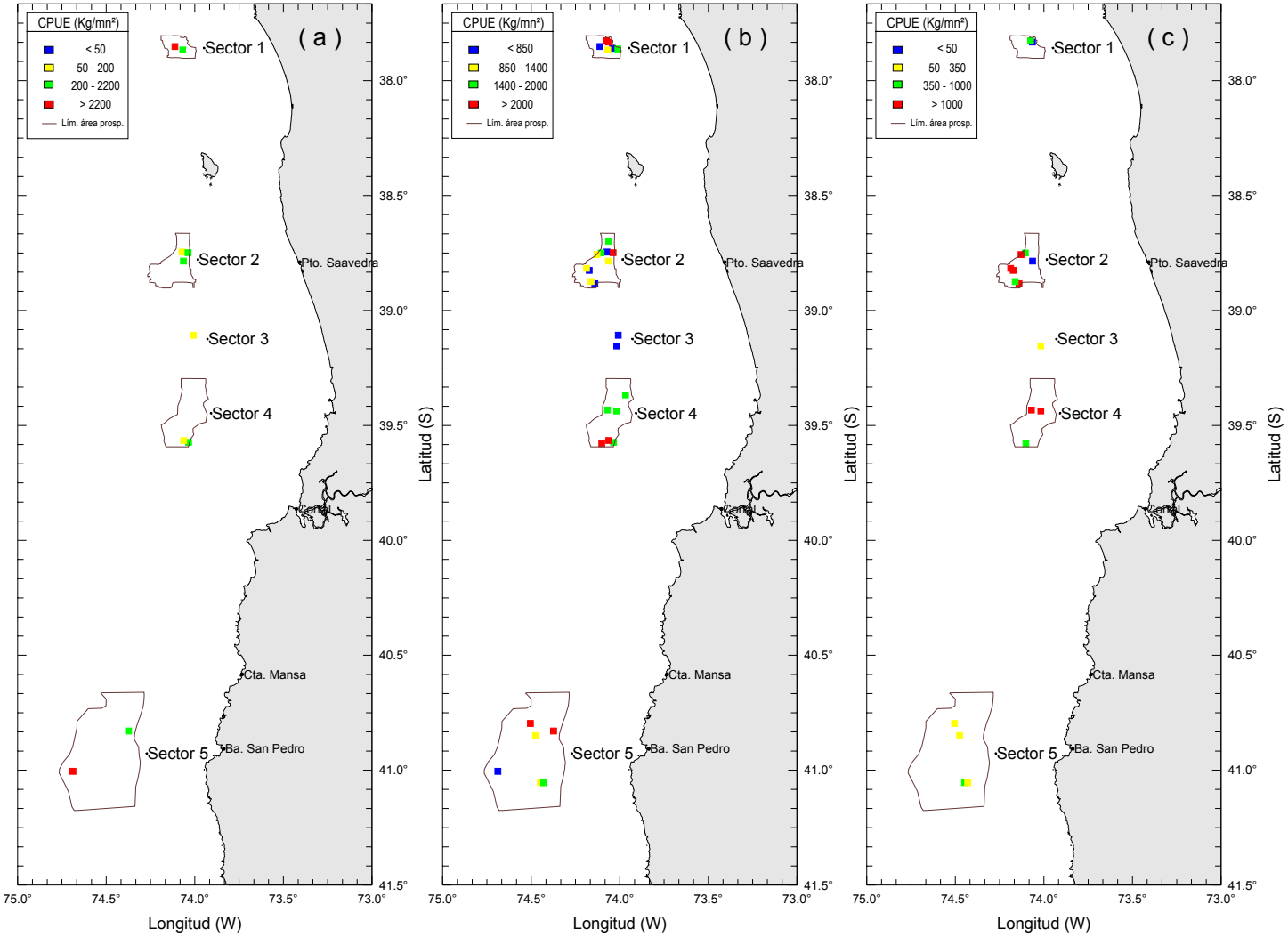


Figura 57. Distribución de abundancia (Kg/mn²) de los recursos a) merluza de cola, b) granadero chileno y c) barbanegra por sectores explorados.

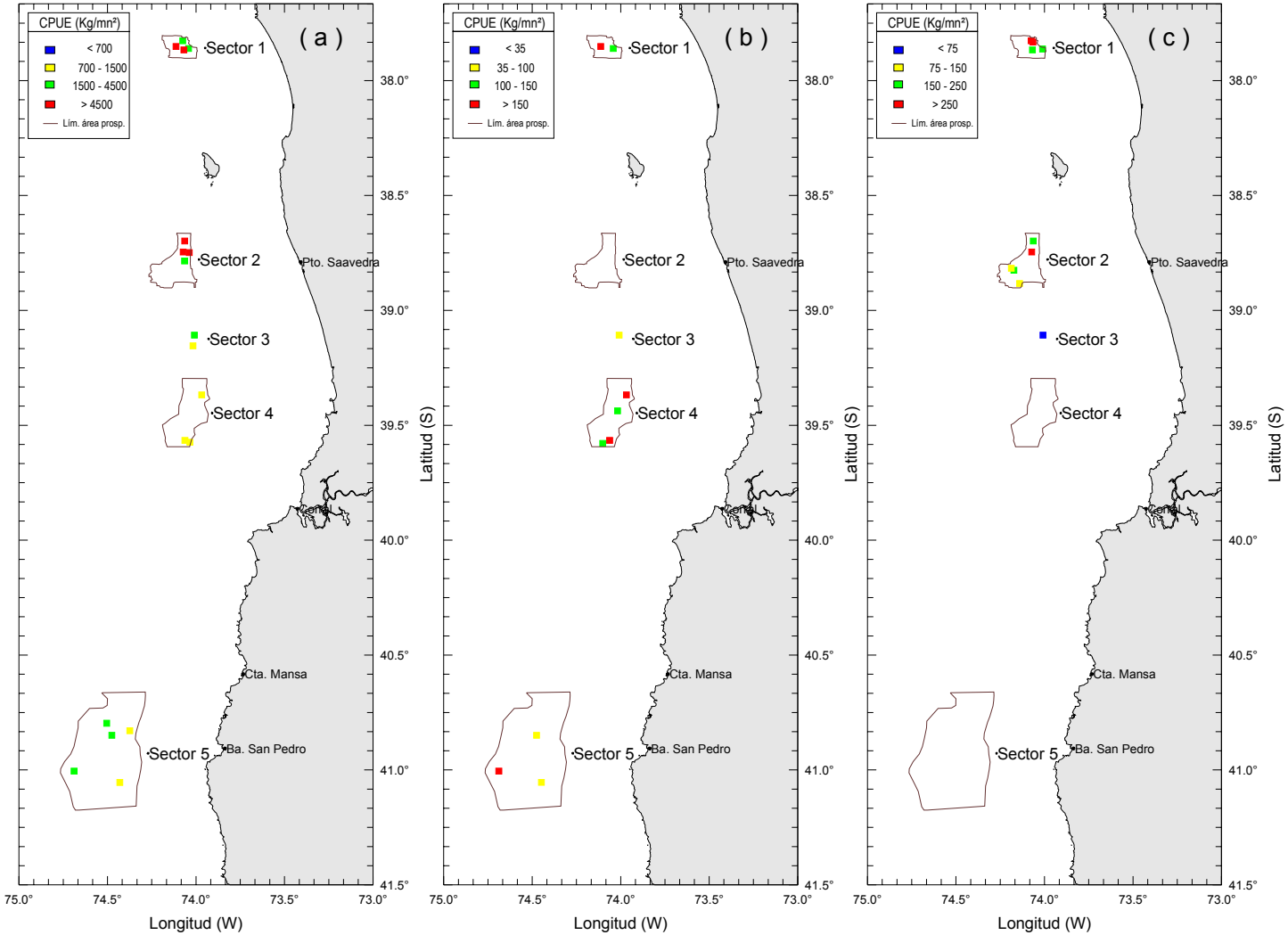


Figura 58. Distribución de abundancia (Kg/mn²) de los recursos a) jibia, b) camarón tipo nailon y c) gamba por sectores explorados.

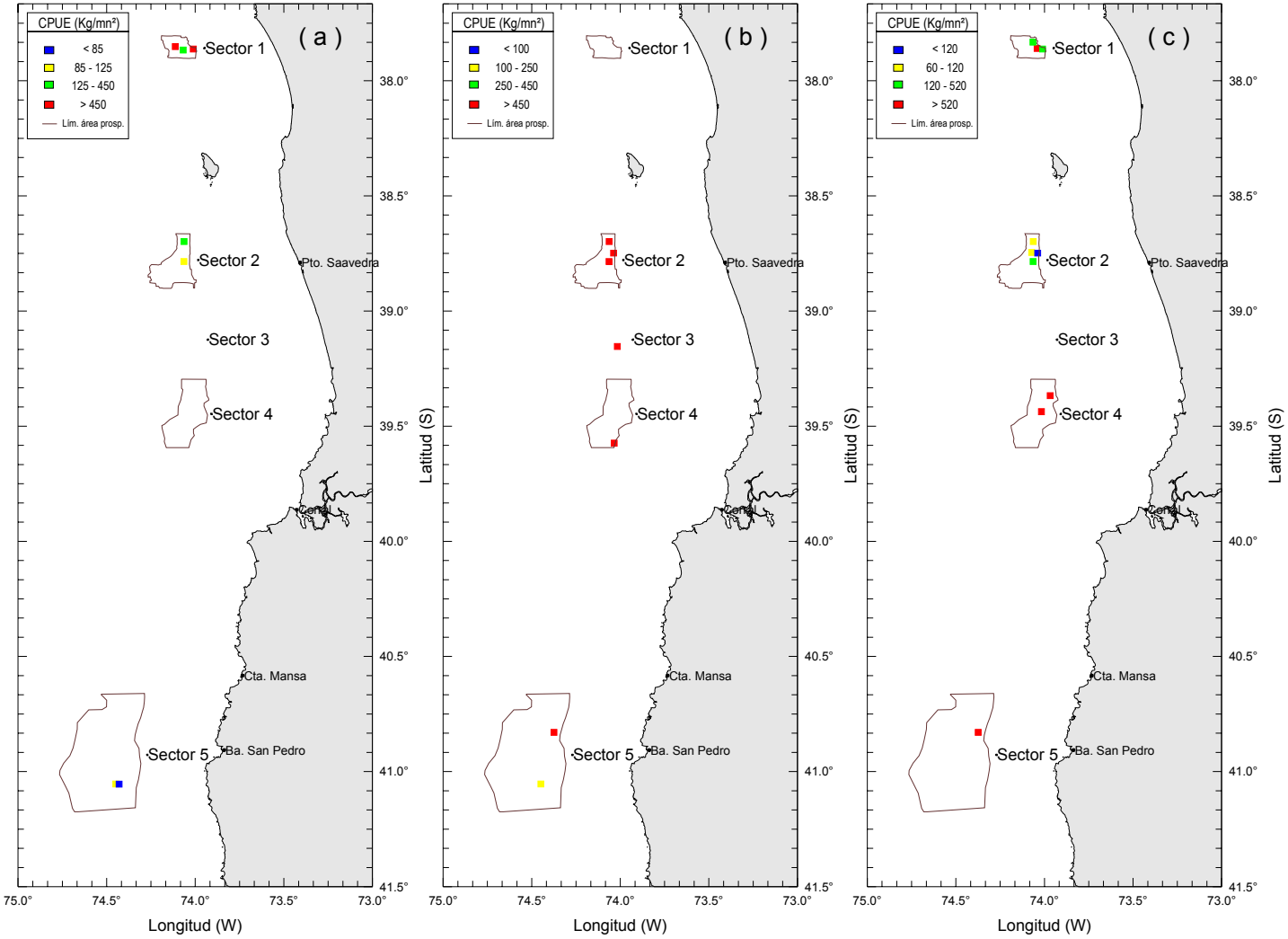


Figura 59. Distribución de abundancia (Kg/mn²) de los recursos a) raya moteada, b) raya volantín y c) raya plomiza cola espinuda por sectores explorados.

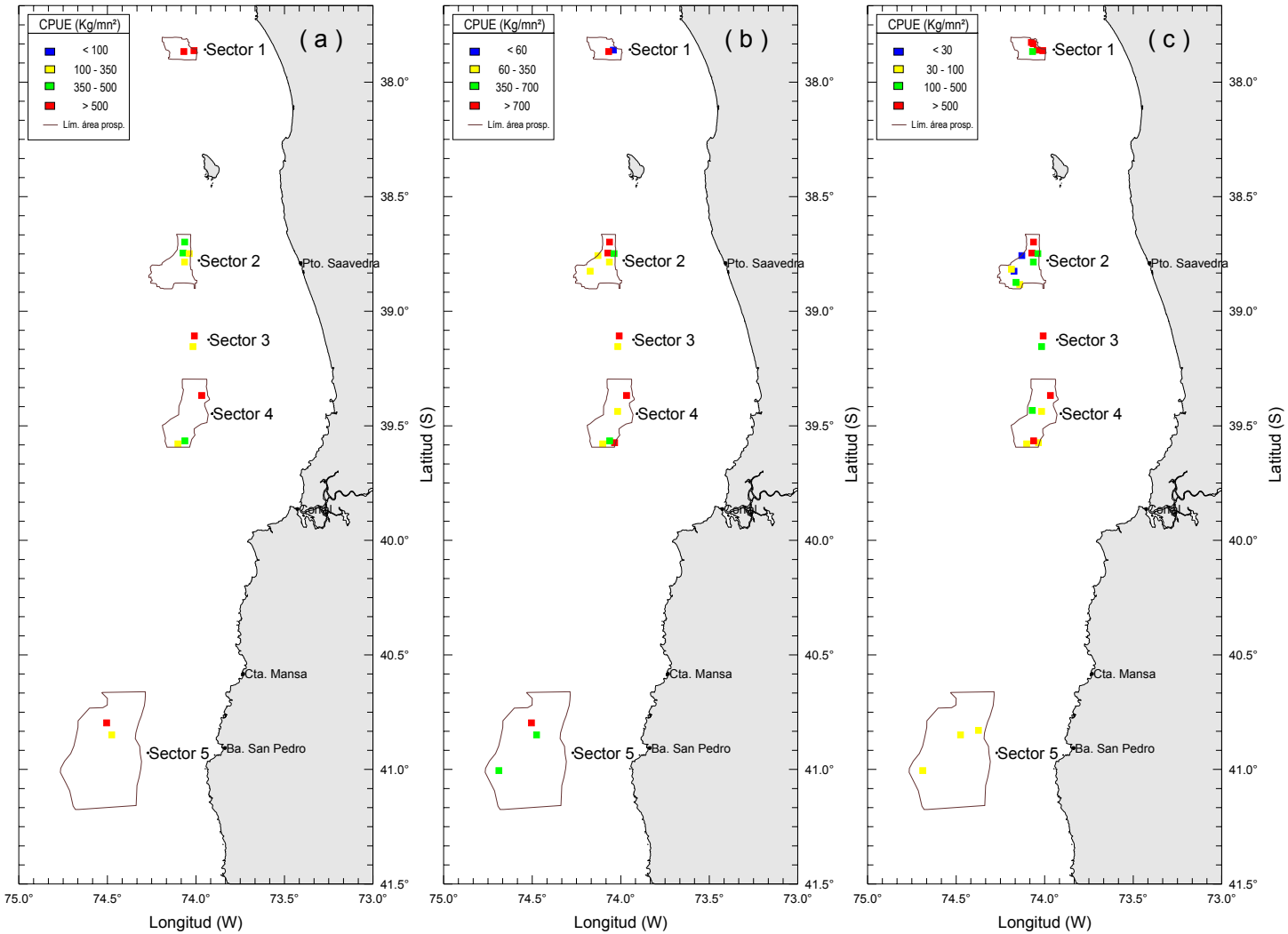


Figura 60. Distribución de abundancia (Kg/mn²) de los recursos a) tollo, b) tollo narigón y c) tollo negro de cachos por sectores explorados.

TABLAS

Tabla 1

Escala macroscópica para determinar el estadio de madurez sexual de hembras de orange roughy. Se tomó como referencia dos escalas de orange roughy de Nueva Zelandia (Manual de recolección de datos biológicos, del Ministerio de Pesquerías y Pankhurst *et al.*, 1987) y los resultados del proyecto FIP 99-05. (Young *et al*, 2000a).

Estadio	Denominación	Aspecto macroscópico
1	Inmaduro	Ovario pequeño, ligeramente cilíndrico en un corte transversal; paredes muy delgadas; consistencia firme; color rosado pálido o rosado traslúcido; ovocitos no visibles a simple vista. Corresponde a ovarios en estadio virginal e inmaduros.
2	En maduración	Ovario de tamaño mediano; ocupa menos de un cuarto de la cavidad abdominal; color anaranjado pálido o anaranjado; ovocitos visibles a contraluz, como manchas anaranjadas (diámetro hasta de 1,0 mm); interior con aspecto granuloso.
3	Maduro	Ovario grande, ocupa menos de la mitad de la cavidad abdominal; ovocitos de color anaranjado, de gran diámetro, mayores de 1,0 hasta 1,8 mm. Al final de este estadio, el ovario presenta un aspecto moteado debido a la presencia de ovocitos hialinos (claros).
4	En Desove	Ovario grande, de paredes delgadas que se rompen con facilidad; ocupa más de la mitad de la cavidad abdominal; turgente, ovocitos en su mayoría hialinos (claros), de más de 1,8 mm, pudiendo presentarse algunos ovocitos anaranjados. Los ovocitos fluyen libremente cuando se aplica una pequeña presión en el abdomen.
5	Desovado y En Regresión	Ovario flácido; tamaño relativamente pequeño o mediano; ocupa un cuarto de la cavidad abdominal; persiste una moda de ovocitos de hasta 0,6 mm de diámetro; puede presentar algunos ovocitos hialinos residuales. En una etapa más avanzada, presenta paredes engrosadas, con la parte central del ovario (lumen) vacía; color rosado a anaranjado pálido. En esta etapa el ovario se recupera para iniciar un nuevo ciclo.

Tabla 2

Escala macroscópica para determinar el estadio de madurez sexual de machos de orange roughy. Se tomó como referencia dos escalas de orange roughy de Nueva Zelandia (Manual de recolección de datos biológicos, del Ministerio de Pesquerías y Pankhurst *et al.*, 1987) y los resultados del proyecto FIP 99-05. (Young *et al*, 2000a).

Estadio	Denominación	Aspecto macroscópico
1	Inmaduro	Testículo pequeño, forma de cinta o aplanado en un corte transversal; color rosado claro, traslúcido o ligeramente blanquecino. Incluye a machos que nunca se han reproducido y a inmaduros.
2	En maduración	Testículo de tamaño mediano; color grisáceo o bien blanquecino; al presionarlo, no sale fluido seminal.
3	Maduro	Testículo grande; color blanquecino; lóbulos en formación; al presionar el testículo sale fluido seminal viscoso, color blanco grisáceo.
4	En Reproducción	Testículo grande, ocupa gran parte de la cavidad del cuerpo; con grandes lóbulos que se rompen con facilidad; color blanco a amarillo marfil; el líquido seminal de color blanco fluye libremente cuando se aplica una pequeña presión en el abdomen o en el testículo.
5	Evacuado y En Regresión	Incluye a machos que ya han se han reproducido y el testículo se recupera para iniciar un nuevo ciclo. Testículo de tamaño mediano; color gris; presenta lóbulos de pequeño tamaño, con algo de líquido seminal. Al avanzar la regresión, no se observan los lóbulos y su tamaño es pequeño, aplanado. Color gris, con tonos café claro; en esta etapa no fluye líquido seminal. Consistencia dura.

Tabla 3

Viajes realizados por la flota que operó en la pesquería de orange roughy en la temporada 2001. Se detalla por barco y viaje, el número de lances, la captura y el número de ejemplares medidos de orange roughy y alfonsino.

Barco	Fecha zarpe	Número lances	Orange roughy		Alfonsino	
			Captura (t.)	# Ejemplares	Captura (t.)	# Ejemplares
659	14-Jun-01	25	102	1402	57	810
	24-Jun-01	29	20	808	148	1481
	02-Jul-01	32	38	1287	124	1124
	11-Jul-01	21	2	834	159	1889
	21-Jul-01	20	107	1467	60	969
	29-Jul-01	14	126	1735	41	338
	07-Ago-01	29	30	1247	112	1532
1017	09-May-01	15	37	2131	84	1725
	18-May-01	5	120	2606	0	s/captura
	26-May-01	14	8	690	71	1170
	05-Jun-01	21	10	1346	116	1964
	16-Jun-01	7	59	1555	0	s/captura
	23-Jun-01	8	43	1344	77	1515
	30-Jun-01	14	29	1225	89	1500
	28-Jul-01	18	43	1169	84	1371
	06-Ago-01	21	41	942	61	1847
36	24-May-01*	14	6	614	61	s/muestra
40	12-May-01	11	0	s/captura	64	1054
	22-May-01	14	51	426	46	624
	29-May-01	10	215	1626	0	s/captura
	05-Jun-01	13	265	2180	0	s/captura
43	20-May-01	33	51	1447	17	781
	29-May-01	40	18	1103	7	234
	10-Jun-01	49	129	1759	4	144
	24-Jun-01	25	128	2031	7	528
	01-Jul-01	15	137	1242	9	361
	08-Jul-01	12	131	933	0	s/captura
	15-Jul-01	16	122	1415	0	s/captura
	22-Jul-01	37	46	315	33	549
	05-Ago-01	29	0	s/captura	58	2792
Total		611	2114	36879	1590	26302

* Viaje al alfonsino, muestreo en planta

Tabla 4
Características de las embarcaciones que operaron en la pesquería de orange roughy durante la temporada 2001.

Barco	Eslora	Manga	Puntal	TRG	HP	CB	Año
659	58,6	11,2	4,7	1085	1900	564	19
1017	48,7	11,0	4,6	945	2400	500	1978
40	43,6	10,0	7,0	606	1500	380	1992
43	47,8	11,5	7,0	930	2194	564	1982
Promedio	**49,7**	**10,9**	**5,8**	**892**	**1998**	**502**	**-**

Tabla 5
Características operacionales de la flota que operó en la pesquería de orange roughy durante la temporada 2001.

Barco	Viajes	Lances		Días	Duración Viaje (días)		Días	Días
		Total	Viaje	Operación	Rango	Promedio	Navegación [1]	Pesca [2]
659	7	170	24	44	5,0 - 7,3	6,3	2,4	4,0
1017	9	123	14	54	3,7 - 8,8	6,0	2,8	3,2
40	4	48	12	29	5,5 - 8,8	7,3	2,8	4,5
43	9	256	28	76	5,1 -13,3	8,4	2,5	6,0
Total	**29**	**597**	**21**	**203**	**3,7 -13,3**	**7,0**	**2,6**	**4,4**

[1] Días promedio de navegación puerto-zona pesca-puerto, por viaje
[2] Días promedio en zona de pesca, por viaje

Tabla 6
Captura por embarcación, total y por viaje. Monitoreo de la pesquería de orange roughy, durante la temporada 2001.

Barco	Captura (t.)							
	Total	Viaje	Orange Roughy		Alfonsino		Merluza Cola	
			Total	Viaje	Total	Viaje	Total	Viaje
659	1236	177	425	61	702	100	4	<1
1017	1029	114	390	43	583	65	55	6
40	682	170	531	133	110	27	0	0
43	896	100	761	85	135	15	0	0
Total	**3843**	**133**	**2107**	**73**	**1529**	**53**	**59**	**2**

Tabla 7

Montes submarinos donde se desarrolla la pesquería de orange roughy en Chile. Se indica la posición geográfica, área, profundidad de la cima del monte y distancia a la costa.

Monte	Latitud	Longitud	Área* mn^2	Profundidad Cima (mt)	Distancia Costa (mn)
J. Fernández					
JF1	33°38,02	78°26,02	169	250	340
JF2	33°33,19	77°41,54	166	300	303
JF3	33°23,81	77°25,38	22	625	287
JF4	33°26,61	76°51,97	26	420	260
JF5	33°43,98	79°36,95	8	300	395
B. O'Higgins					
BO1	32°54,38	73°53,47	33	337	120
BO2	32°50,20	73°38,15	3	718	106
Punta Sierra					
PSI	31°12,00	71°49,50	17	435	9

Tabla 8

Esfuerzo y captura de orange roughy por área y monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

Área	Monte	Esfuerzo		Captura	
		Lances	%	t.	%
JF	JF1	90	22,7	755	35,7
	JF2	101	25,4	418	19,8
	JF3	24	6,0	196	9,3
	JF4	95	23,9	336	15,9
	JF5	16	4,0	104	4,9
	Total	**326**	**82,1**	**1810**	**85,7**
BO	BO1	27	6,8	14	0,7
	BO2	22	5,5	128	6,0
	Total	**49**	**12,3**	**142**	**6,7**
PSI	PSI	22	5,5	160	7,6
	Total	**22**	**5,5**	**160**	**7,6**
TOTAL		**397**	**100,0**	**2113**	**100,0**

Tabla 9

Distribución del esfuerzo de pesca (Nº lances) orientado al orange roughy por área, monte y mes. Monitoreo de la pesquería 2001.

Área	Monte	Meses				TOTAL
		Mayo	Junio	Julio	Agosto	
JF	JF1	9	69	9	3	90
	JF2	12	44	41	4	101
	JF3	-	1	1	22	24
	JF4	11	27	56	1	95
	JF5	-	5	11	-	16
	Total	**32**	**146**	**118**	**30**	**326**
BO	BO1	14	13	-	-	27
	BO2	2	13	7	-	22
	Total	**16**	**26**	**7**	**-**	**49**
PSI	PSI	19	3	-	-	22
	Total	**19**	**3**	**-**	**-**	**22**
TOTAL		**67**	**175**	**125**	**30**	**397**

Tabla 10

Distribución de la captura (t.) de orange roughy por área, monte y mes. Monitoreo de la pesquería 2001.

Área	Monte	Meses				TOTAL
		Mayo	Junio	Julio	Agosto	
JF	JF1	149	563	8	35	755
	JF2	27	168	223	0	418
	JF3	-	0	0	196	196
	JF4	21	30	285	0	336
	JF5	-	14	90	-	104
	Total	**197**	**775**	**606**	**232**	**1810**
BO	BO1	4	10	-	-	14
	BO2	8	105	15	-	128
	Total	**12**	**115**	**15**	**-**	**142**
PSI	PSI	157	4	-	-	160
	Total	**157**	**4**	**-**	**-**	**160**
TOTAL		**366**	**894**	**621**	**232**	**2113**

Tabla 11

Esfuerzo y captura de alfonsino por área y monte. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

Área	Monte	Esfuerzo		Captura	
		Lances	%	t.	%
JF	JF1	17	9,8	107	7,3
	JF2	139	79,9	1265	86,6
	JF3	1	0,6	0	0,0
	JF4	14	8,0	89	6,1
	Total	**171**	**98,3**	**1461**	**100,0**
BO	BO1	3	1,7	0	0,0
	Total	**3**	**1,7**	**0**	**0,0**
TOTAL		**174**	**100**	**1461**	**100**

Tabla 12

Distribución del esfuerzo de pesca (Nº lances) orientado al alfonsino por área, monte y mes. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

Área	Monte	Meses				TOTAL
		Mayo	Junio	Julio	Agosto	
JF	JF1	5	1	2	9	17
	JF2	12	28	35	64	139
	JF3	-	-	-	1	1
	JF4	11	-	3	-	14
	Total	**28**	**29**	**40**	**74**	**171**
BO	BO1	-	3	-	-	3
	Total	**-**	**3**	**-**	**-**	**3**
TOTAL		**28**	**32**	**40**	**74**	**174**

Tabla 13

Lances sin captura y con captura de orange roughy, por área y monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

Área	Monte	Sin captura		Con captura		Total
		Lances	%	Lances	%	Lances
JF	JF1	14	15,6	76	84,4	90
	JF2	38	37,6	63	62,4	101
	JF3	10	41,7	14	58,3	24
	JF4	25	26,3	70	73,7	95
	JF5	3	18,8	13	81,3	16
	Total	**90**	**27,6**	**236**	**72,4**	**326**
BO	BO1	8	29,6	19	70,4	27
	BO2	11	50,0	11	50,0	22
	Total	**19**	**38,8**	**30**	**61,2**	**49**
PSI	PSI	5	22,7	17	77,3	22
	Total	**5**	**22,7**	**17**	**77,3**	**22**
TOTAL		**114**	**28,7**	**283**	**71,3**	**397**

Tabla 14

Captura, esfuerzo (# lances y horas de arrastre) y rendimiento de pesca (t/lance y t/15 minutos arrastre) de orange roughy, por área y monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

Área	Monte	Captura	Esfuerzo		Rendimiento	
		(t.)	(lances)	(h.a.)	t/lance	t/15 min
JF	JF1	755	90	60	8,4	3,1
	JF2	418	101	33	4,1	3,1
	JF3	196	24	8	8,2	6,3
	JF4	336	95	34	3,5	2,5
	JF5	104	16	4	6,5	5,9
	Total	**1810**	**326**	**139**	**5,6**	**3,2**
BO	BO1	14	27	7	0,5	0,5
	BO2	128	22	9	5,8	3,6
	Total	**142**	**49**	**16**	**2,9**	**2,2**
PSI	PSI	160	22	8	7,3	4,8
	Total	**160**	**22**	**8**	**7,3**	**4,8**
TOTAL		**2112**	**397**	**164**	**5,3**	**3,2**

Tabla 15

Captura, esfuerzo (# lances y horas de arrastre) y rendimiento de pesca (t/lance y t/15 minutos arrastre) de alfonsino, por área y monte. Monitoreo de la pesquería orange roughy 2001.

Monte	Captura	Esfuerzo		Rendimiento	
	(t.)	(lances)	(h.a.)	(t./lance)	(t./15 min)
JF1	107	17	18	6,3	6,0
JF2	1265	139	76	9,1	16,6
JF4	89	14	13	6,4	6,7
TOTAL	**1461**	**174**	**109**	**8,4**	**13,4**

Tabla 16

Exportaciones chilenas de productos congelado y fresco-refrigerado de orange roughy, por empresa, país de destino y tipo de producto. Período 2000-2001.

Empresa, País de destino, tipo de producto	2000			2001		
	Cantidad (t)	Valor (MUS$)	Precio US$/t	Cantidad (t)	Valor FOB (MUS$)	Precio (US$/t)
TOTAL	**567,8**	**4243,7**		**575,7**	**4328,5**	
CONGELADO	567,8	4243,7		575,6	4328,3	
Pesquera Mar Afuera S.A.	189,7	1198,0		247,0	1999,1	
Estados Unidos	189,7	1198,0		247,0	1999,1	
Filete s/e	189,7	1198,0	6314,0	245,9	1993,9	8107,0
Trozado, panes o porciones	-	-		1,0	5,2	5151,5
El Golfo 1/	-	-		154,8	1089,4	
Estados Unidos	-	-		144,8	1078,3	
Filete s/e	-	-		124,8	1031,1	8259,7
Pulpa o molido				14,0	28,2	2010,8
Picado o desmenuzado	-	-		5,9	18,9	3201,1
Holanda	-	-		9,7	8,7	
Pulpa o molido	-	-		9,7	8,7	901,9
Colombia	-	-		0,4	2,4	
Filete s/e	-	-		0,2	2,2	11000,0
HG/con cola (entero s/cabeza)	-	-		0,2	0,2	1047,1
Congelados del Pacífico Ltda.	102,6	900,7		90,6	665,4	
Estados Unidos	98,9	890,1		90,6	665,4	
Filete s/e	98,9	890,1	9004,3	90,6	665,4	7345,3
España	3,8	10,6				
Ovas	3,4	10,3	3044,5			
Pulpa o molido	0,4	0,3	808,1			
Pesca Chile S.A.	188,4	1494,3		64,7	441,4	
Estados Unidos		1494,3		64,7	441,4	
Filete s/e	90,7	759,7	8378,4	43,6	307,4	7044,6
Trozado, panes o porciones	-	-	-	21,1	134,1	6363,7
Lomo	63,0	454,5	7209,7			
HG/con cola (entero s/ cabeza)	16,5	147,4	8925,9			
Entero (Pesc.evisc. c/ cabeza)	18,1	132,8	7315,9			
Leonardo De Jesús Villagra G.	-	-		18,0	129,8	
Estados Unidos	-	-		18,0	129,8	
Filete s/e	-	-		18,0	129,8	7210,5
Pesquera El Golfo Dos S.A.	0,2	2,2		0,2	2,2	
Colombia	0,2	2,2		0,2	2,2	
Filete s/e	0,2	2,2	11000,0	0,2	2,2	11000,0
Comercial Agua Viva Chile Ltda..	-	-		0,4	1,0	
Japón	-	-		0,4	1,0	
Ovas	-	-	-	0,4	1,0	2502,0
Pesquera El Golfo S.A.	83,0	608,3	7327,4			
Estados Unidos	79,2	604,4				
Filete s/e	73,6	580,7	7893,2			
Trozado, panes o porciones	5,6	23,7	4260,4			
Colombia	3,9	3,9				
Picado o desmenuzado	3,8	2,8	736,3			
Filete s/e	0,1	1,1	11000,0			
Pesquera Frío Sur S.A. (Stgo.)	3,9	40,2				
Estados Unidos	3,9	40,2				
Filete s/e	3,4	36,1	10492,8			
Trozado, panes o porciones	0,5	4,1	8696,9			
FRESCO-REFRIGERADO						
Pesquera Grimar S.A.	-			0,1	0,2	
Estados Unidos	-			0,1	0,2	
Filete s/e	-			0,1	0,2	3643,1

Fuente: Elaborado por IFOP a partir de información de Aduana

1/ La empresa Tripesca se fusionó con Pesquera El Golfo, conservándose el RUT de Tripesca, y la Razón Social de Pesquera El Golfo

Tabla 17

Clasificación de las exportaciones chilenas de orange roughy, por calibre, según empresas exportadoras. 2001.

Empresa	Calibres
Pesca Chile	2 a 10 y más onzas
Pesquera Mar Afuera	2 a 8 y más onzas
Pesquera el Golfo	2 a 12 onzas
Congelado del Pacífico	2 a 14 onzas

Fuente: Elaborado por IFOP a partir de información de ADUANAS

Tabla 18

Exportaciones de orange roughy efectuadas por Nueva Zelanda. Período 1995-2001.

Año	Cantidad (miles t.)	Valor (MUS$ FOB)
1995	12,3	101 236
1996	11,4	87 807
1997	10,0	70 075
1998	6,7	42 122
1999	-	54 704
2000	5,3	38 702
2001	4,1	31 127

Fuente: New Zealand Oficial Yearbook 1996 y 1998; www.seafood.co.nz
Para la conversión se utilizó el valor de paridad del dólar neocelandés con el americano, entregado por el Bco. Central.
- No se dispone de información

Tabla 19

Importaciones de filetes congelados de orange roughy efectuadas por Estados Unidos, según país de origen. Período 1999 - 2001.

País de Origen	Años					
	1999		2000		2001	
	Cantidad (t)	Valor (MUS$)	Cantidad (t)	Valor (MUS$)	Cantidad (t)	Valor 1/ (MUS$)
TOTAL	**8 836,5**	**92 317,7**	**10 016,7**	**88 268,3**	**8 772,0**	**68 947,9**
Nueva Zelanda	5 258,9	54 878,2	4 185,0	39 433,7	4 017,7	32 457,4
China	887,4	9.971	1 400,0	13 514,2	1 769,2	13 505,2
Namibia	940,6	7 954,2	1 680,8	11 502,6	1 014,5	7 855,7
Australia	1 554,7	17 687,1	1 085,6	10 234,7	862,1	6 690,1
Tailandia			909,3	7 725,9	375,8	2 710,7
Chile 2/	172,5	1 803,2	561,8	4 055,8	580,1	4 437,7
I. Vírgenes Británicas	1,8	17,9	138,9	1 460,2	53,1	313,1
Corea del Sur			18,1	186,0		
Viet Nam			36,8	153,1		
Seychelles					37,0	403,8
Islandia			0,4	2,1		
Canadá	20,6	6,0			4,3	36,4
Uruguay					47,1	423,8
Japón					11,1	114,1

Fuente: www.st.nmfs.gov

1/ "Valor de Aduanas", valor del producto en el país de origen consignado por el Servicio de Aduanas de USA, excluye derechos de importación, flete, seguros, y otros costos adicionales incurridos para traer el producto a Estados Unidos

2/ la información corresponde a la entregada por la fuente de información.

Nota: Las cifras totales pueden no coincidir con la suma de las cifras parciales, debido a aproximaciones

Tabla 20

Caracterización de la muestra empleada en el análisis de la estructura de tallas de orange roughy por monte y sexo. Se indica el número de ejemplares, la amplitud y el rango de la longitud de horquilla. Monitoreo de la pesquería 2001.

Área	Monte	Total				Machos				Hembras			
		n	Mínimo	Máximo	Rango	n	Mínimo	Máximo	Rango	n	Mínimo	Máximo	Rango
JF	JF1	6011	29	56	27	3402	29	51	22	2609	30	56	26
	JF2	7979	31	55	24	4506	31	52	21	3224	34	55	21
	JF3	3936	27	57	30	2473	34	53	19	1463	27	57	30
	JF4	6312	30	57	27	3953	30	54	24	2359	31	57	26
	JF5	456	35	55	20	314	35	50	15	142	38	55	17
BO	BO1	1399	35	58	23	525	35	52	17	874	36	58	22
	BO2	3941	29	56	27	1496	32	51	19	2445	29	56	27
PSI	PSI	4403	33	54	21	2361	33	51	18	2042	38	54	16
Total		**34437**	**27**	**58**	**31**	**19030**	**29**	**54**	**25**	**15158**	**27**	**58**	**31**

Tabla 21

Tallas medias estimadas de orange roughy y coeficiente de variación para el total y por sexo en cada uno de los montes. Monitoreo de la pesquería 2001.

Monte	Total			Hembras			Machos		
	n	Media	CV(%)	n	Media	CV(%)	n	Media	CV(%)
JF1	6011	42,8	0,81	2609	44,6	1,60	3402	41,3	0,85
JF2	7979	42,3	1,57	3224	44,6	2,06	4506	41,5	1,82
JF3	3936	45,3	0,70	1463	47,5	0,40	2473	43,7	0,97
JF4	6312	44,5	3,19	2359	45,9	3,56	3953	42,9	3,44
JF5	456	43,0	3,04	142	44,6	1,69	314	42,1	4,13
BO1	1399	46,6	0,05	874	48,0	0,06	525	44,4	0,07
BO2	3941	44,5	0,01	2445	45,9	0,02	1496	42,1	0,02
PSI	4403	44,4	1,44	2042	46,7	1,81	2361	42,7	1,04

Tabla 22

Estadístico chi-cuadrado y valor *p* para la comparación de las estructuras de tallas de orange roughy por sexo, JF2 y PSI. Año 2001.

	Monte	
	JF2	PSI
Chi-Square	1295,8	1707,1
p-value	<0,0001	<0,0001

Tabla 23

Estadístico chi-cuadrado y valor *p* para la comparación de las estructuras de tallas de orange roughy por monte. Para el total de ejemplares medidos y muestras de 300 y 600 ejemplares por monte. Año 2001.

Machos

	Total	300	600
Chi-Square	1071,4	94,06	207,21
p-value	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Hembras

	Total	300	600
Chi-Square	699,72	98,04	212,5
p-value	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Tabla 24

Coeficiente, error estándar, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de los machos de orange roughy entre montes, tomando como referencia JF1. Año 2001.

	Coef	S.E.	Wald Z	P
Intercept	-6,668	0,251	-26,56	0
Talla>=31.5	0,407	0,323	1,26	0,2074
Talla>=33.5	1,392	0,280	4,98	0
Talla>=35.5	2,909	0,257	11,31	0
Talla>=37.5	4,336	0,252	17,2	0
Talla>=39.5	5,494	0,251	21,89	0
Talla>=41.5	6,412	0,251	25,56	0
Talla>=43.5	7,341	0,251	29,22	0
Talla>=45.5	8,062	0,253	31,86	0
Talla>=47.5	8,608	0,262	32,8	0
Talla>=49.5	8,840	0,314	28,16	0
Talla>=51.5	7,069	0,430	16,43	0
Talla>=53.5	6,319	0,565	11,19	0
Talla>=55.5	7,031	0,637	11,04	0
H_0: JF1 = JF2	-0,002	0,033	-0,05	0,9598
H_0: JF1 = JF3	-0,951	0,037	-25,56	0
H_0: JF1 = JF4	-0,620	0,034	-18	0
H_0: JF1 = BO2	-0,186	0,043	-4,32	0
H_0: JF1 = PSI	-0,434	0,037	-11,69	0

Tabla 25

Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de los machos de orange roughy entre montes. Año 2001.

Hipótesis	Wald Z	P
H_0: JF2 = JF3	-27,23	0
H_0: JF2 = JF4	-19,42	0
H_0: JF2 = BO2	-4,49	0
H_0: JF2 = PSI	-12,46	0
H_0: JF3 = JF4	9,44	0
H_0: JF3 = BO2	17,33	0
H_0: JF3 = PSI	13,57	0
H_0: JF4 = BO2	10,37	0,056
H_0: JF4 = PSI	5,24	0,022
H_0: BO2 = PSI	-5,63	0

Tabla 26

Coeficiente, error estándar, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de las hembras de orange roughy entre montes, tomando como referencia JF1. Año 2001.

	Coef	S.E.	Wald Z	P
Intercept	-7,279	0,379	-19,22	0
Talla>=31.5	-0,154	0,557	-0,28	0,7824
Talla>=33.5	0,358	0,493	0,73	0,4679
Talla>=35.5	2,171	0,399	5,44	0
Talla>=37.5	3,193	0,386	8,27	0
Talla>=39.5	4,563	0,380	12	0
Talla>=41.5	5,506	0,379	14,52	0
Talla>=43.5	6,384	0,379	16,85	0
Talla>=45.5	6,968	0,379	18,39	0
Talla>=47.5	7,559	0,379	19,94	0
Talla>=49.5	8,166	0,380	21,48	0
Talla>=51.5	8,797	0,385	22,84	0
Talla>=53.5	9,063	0,408	22,22	0
Talla>=55.5	9,917	0,576	17,22	0
H_0: JF1 = JF2	0,068	0,037	1,86	0,0628
H_0: JF1 = JF3	-0,894	0,043	-20,56	0
H_0: JF1 = JF4	-0,405	0,040	-10,06	0
H_0: JF1 = BO2	-0,330	0,037	-8,82	0
H_0: JF1 = PSI	-0,497	0,039	-12,83	0

Tabla 27

Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de las hembras de orange roughy entre montes. Año 2001.

Hipótesis	Wald Z	P
H_0: JF2 = JF3	-22,8	0
H_0: JF2 = JF4	-12,22	0
H_0: JF2 = BO2	-11,14	0
H_0: JF2 = PSI	-15,21	0
H_0: JF3 = JF4	10,95	0
H_0: JF3 = BO2	13,3	0
H_0: JF3 = PSI	9,12	0
H_0: JF4 = BO2	1.9	0,056
H_0: JF4 = PSI	-2,29	0,022
H_0: BO2 = PSI	-4,43	0

Tabla 28

Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de los machos y de las hembras de orange roughy entre montes, para muestras de 600 ejemplares por monte. Año 2001.

MACHOS

Hipótesis	Wald Z	P
H_0: JF1 = JF2	0,06	0,9527
H_0: JF1 = JF3	-11,38	0
H_0: JF1 = JF4	-7,59	0
H_0: JF1 = BO2	-2,1	0,0361
H_0: JF1 = PSI	-5,34	0
H_0: JF2 = JF3	-11,50	0
H_0: JF2 = JF4	-7,69	0
H_0: JF2 = BO2	-2,17	0,03
H_0: JF2 = PSI	-5,44	0
H_0: JF3 = JF4	3,95	0,0001
H_0: JF3 = BO2	9,47	0
H_0: JF3 = PSI	6,3	0
H_0: JF4 = BO2	5,6	0
H_0: JF4 = PSI	2,36	0,0182
H_0: BO2 = PSI	-3,3	0,001

HEMBRAS

Hipótesis	Wald Z	P
H_0: JF1 = JF2	0,76	0,4467
H_0: JF1 = JF3	-11,8	0
H_0: JF1 = JF4	-5,36	0
H_0: JF1 = BO2	-4,51	0
H_0: JF1 = PSI	-6,81	0
H_0: JF2 = JF3	-12,57	0
H_0: JF2 = JF4	-6,14	0
H_0: JF2 = BO2	-5,29	0
H_0: JF2 = PSI	-7,6	0
H_0: JF3 = JF4	6,6	0
H_0: JF3 = BO2	7,51	0
H_0: JF3 = PSI	5,31	0
H_0: JF4 = BO2	0,9	0,3667
H_0: JF4 = PSI	-1,38	0,1683
H_0: BO2 = PSI	-2,3	0,0212

Tabla 29

Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de los machos y de las hembras de orange roughy entre montes, para muestras de 300 ejemplares por monte. Año 2001.

MACHOS			HEMBRAS		
Hipótesis	Wald Z	P	Hipótesis	Wald Z	P
H_0: JF1 = JF2	-0,01	0,9927	H_0: JF1 = JF2	0,48	0,6339
H_0: JF1 = JF3	-7,65	0	H_0: JF1 = JF3	-8,03	0
H_0: JF1 = JF4	-5,18	0	H_0: JF1 = JF4	-3,59	0,0003
H_0: JF1 = BO2	-1,44	0,1509	H_0: JF1 = BO2	-3,08	0,0021
H_0: JF1 = PSI	-3,71	0,0002	H_0: JF1 = PSI	-4,63	0
H_0: JF2 = JF3	-7,68	0	H_0: JF2 = JF3	-8,52	0
H_0: JF2 = JF4	-5,20	0	H_0: JF2 = JF4	-4,09	0
H_0: JF2 = BO2	-1,44	0,1511	H_0: JF2 = BO2	-3,58	0,0003
H_0: JF2 = PSI	-3,72	0,0002	H_0: JF2 = PSI	-5,14	0
H_0: JF3 = JF4	2,56	0,0103	H_0: JF3 = JF4	4,54	0
H_0: JF3 = BO2	6,32	0	H_0: JF3 = BO2	5,09	0
H_0: JF3 = PSI	4,09	0	H_0: JF3 = PSI	3,6	0,0003
H_0: JF4 = BO2	3,8	0,0001	H_0: JF4 = BO2	0,54	0,5889
H_0: JF4 = PSI	1,53	0,1251	H_0: JF4 = PSI	-1	0,3195
H_0: BO2 = PSI	-2,3	0,0213	H_0: BO2 = PSI	-0,54	0,5889

Tabla 30

Caracterización de la muestra empleada en el análisis de la estructura de tallas de alfonsino por monte y sexo. Se indica el número de ejemplares, la amplitud y el rango de la longitud de horquilla (cm). Monitoreo de la pesquería de orange roughy, 2001.

Área	Monte	Total				Machos				Hembras			
		n	Mínimo	Máximo	Rango	n	Mínimo	Máximo	Rango	n	Mínimo	Máximo	Rango
JF	JF1	1277	23	48	25	575	23	42	19	702	23	48	25
	JF2	16826	18	49	31	7696	18	47	29	9130	18	49	31
	JF4	1584	18	46	28	609	18	44	26	975	22	46	24
Total		**19687**	**18**	**49**	**31**	**8880**	**18**	**47**	**29**	**10807**	**18**	**49**	**31**

Tabla 31

Tallas medias estimadas de alfonsino y coeficiente de variación para el total y por sexo en cada uno de los montes. Monitoreo de la pesquería de orange roughy, 2001.

Monte	Total			Machos			Hembras		
	n	Media	CV(%)	n	Media	CV(%)	n	Media	CV(%)
JF1	1277	36,8	1,53	575	35,5	2,83	702	37.1	2,64
JF2	16826	37,4	1,18	7696	36,5	1,71	9130	38.1	1,53
JF4	1584	37,9	0,03	609	36,6	0,04	975	38.7	0,04

Tabla 32

Estadístico chi-cuadrado y valor *p* para la comparación de las estructuras de tallas de alfonsino por sexo y monte. Para el total de ejemplares y muestras de 300 y 600 ejemplares por monte y sexo. Año 2001.

H_0: las estructuras de talla de machos es igual al de hembras vs
H_A: las estructuras de talla para los machos difieren a las hembras

Factor	Tamaño Muestra	Chi-Square	P
Sexos	Total	148,35	<0,0001
	300	167,25	<0,0001
	600	361,09	<0,0001

H_0: JF2 = JF4 = 0 vs
H_A: al menos una es distinta de JF1

Montes	Total	65,81	<0,0001
	300	27,20	<0,0001
	600	58,12	<0,0001

Tabla 33

Coeficiente, error estándar, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de alfonsino entre sexo y montes, tomando como referencia los machos y JF1. Año 2001.

	Coef	S.E.	Wald Z	P
Intercept	-5,5411	0,11625	-47,67	0
Talla>=25.5	-0,5881	0,18415	-3,19	0,0014
Talla>=27.5	0,8473	0,13194	6,42	0
Talla>=29.5	1,7836	0,11954	14,92	0
Talla>=31.5	2,4939	0,11524	21,64	0
Talla>=33.5	3,3128	0,11286	29,35	0
Talla>=35.5	4,2161	0,11184	37,7	0
Talla>=37.5	5,1621	0,1118	46,17	0
Talla>=39.5	5,6774	0,113	50,24	0
Talla>=41.5	6,1366	0,11615	52,83	0
Talla>=43.5	6,8134	0,12723	53,55	0
Talla>=45.5	7,3953	0,18181	40,68	0
Talla>=47.5	8,7156	0,60344	14,44	0
H_0 : Machos = Hembras	0,7726	0,02005	38,54	0
H_0 : JF1 = JF2	-0,3018	0,03888	-7,76	0
H_0 : JF1 = JF4	-0,3626	0,05009	-7,24	0

Tabla 34

Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación de las estructuras de talla de alfonsino entre sexos y monte, para el total de ejemplares y muestras de 300 y 600 ejemplares por sexo y monte. Año 2001.

N° Ejemplares	Hipótesis	Wald Z	P
TOTAL	H_0: Machos=Hembras	38,54	0
	H_0: JF1 = JF2	-7,76	0
	H_0: JF1 = JF4	-7,24	0
	H_0: JF2 = JF4	-1,75	0,0801
300	H_0: Machos=Hembras	12,93	0
	H_0: JF1 = JF2	-4,42	0
	H_0: JF1 = JF4	-4,64	0
	H_0: JF2 = JF4	-0,18	0,8575
600	H_0: Machos=Hembras	19	0
	H_0: JF1 = JF2	-6,41	0
	H_0: JF1 = JF4	-6,82	0
	H_0: JF2 = JF4	-0,34	0,7353

Tabla 35

Proporción sexual en las capturas de orange roughy por monte. Monitoreo de la pesquería 2001.

Montes	Proporción Machos	CV(%)	Proporción Hembras	CV(%)
JF1	56,9	1,49	43,1	1,97
JF2	71,1	4,73	28,9	11,67
JF3	56,6	0,65	43,4	0,85
JF4	47,0	4,77	53,0	4,23
JF5	68,6	1,04	31,4	2,27
BO1	34,0	3,56	66,0	1,83
BO2	36,2	0,02	63,8	0,01
PSI	58,0	1,35	42,0	1,86

Tabla 36

Proporción sexual en las capturas de alfonsino por monte. Monitoreo de la pesquería de orange roughy 2001.

Monte	Proporción Machos	CV(%)	Proporción Hembras	CV(%)
JF1	43,38	1,52	56,62	1,17
JF2	44,92	1,64	55,08	1,34
JF4	39,47	0,04	60,53	0,03

Tabla 37

Parámetros estimados de la relación longitud de horquilla (cm) peso total (g) de orange roughy por sexo y monte. Año 2001.

Monte	Machos				Hembras			
	n	a	b	r^2	n	a	b	r^2
JF1	337	0,04800	2,80355	0,903	283	0,06633	2,74022	0,884
JF2	337	0,07360	2,69745	0,892	277	0,16577	2,51123	0,849
JF3	180	0,08507	2,67018	0,897	163	0,09418	2,66817	0,900
JF4	252	0,09918	2,62048	0,831	177	0,29194	2,36097	0,855
BO1	71	0,06485	2,74798	0,876	123	2,35007	1,83125	0,711
BO2	123	0,06811	2,71529	0,878	194	0,10371	2,63081	0,870
PSI	154	0,07451	2,71911	0,873	178	0,12428	2,62114	0,824

Tabla 38

Análisis de covarianza para probar el efecto principal Zona en el modelo relación longitud peso, en ejemplares machos de orange roughy. Año 2001.

	G.L.	Suma de Cuad.	Cuad. Medio	Valor F	Pr(F)
LNTALLA	1	45,467	45,467	7087,6	0
CAT.ZON	6	0,046	0,008	1,2	0,30842
LNTALLA:CAT.ZON	6	0,039	0,006	1	0,41995
Residuales	1438	9,225	0,006		

Tabla 39

Análisis de covarianza para probar el efecto principal Zona en el modelo relación longitud peso, en ejemplares hembras de orange roughy. Año 2001.

	G.L.	Suma de Cuad.	Cuad. Medio	Valor F	Pr(F)
LNTALLA	1	57,358	57,358	6633,1	0
CAT.ZON	5	0,164	0,033	3,8	0,0021
LNTALLA:CAT.ZON	5	0,157	0,031	3,6	0,0029
Residuales	1255	10,852	0,009		

Tabla 40

Coeficientes, error estándar, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación entre montes del modelo relación longitud peso para machos de orange roughy, tomando como referencia el monte JF1. Año 2001.

Coeficientes:	Valor	E.S.	t	Pr(>|t|)
(Intercepto)	-3,037	0,162	-18,745	0
LNTALLA	2,804	0,044	64,296	0
CAT.ZONJF2	0,427	0,255	1,679	0,093
CAT.ZONJF3	0,572	0,362	1,581	0,114
CAT.ZONJF4	0,726	0,317	2,288	0,022
CAT.ZONBO1	0,301	0,496	0,607	0,544
CAT.ZONBO2	0,35	0,387	0,905	0,366
CAT.ZONPSI	0,44	0,39	1,128	0,259
LNTALLACAT.ZONJF2	-0,106	0,069	-1,548	0,122
LNTALLACAT.ZONJF3	-0,133	0,096	-1,384	0,166
LNTALLACAT.ZONJF4	-0,183	0,085	-2,161	0,031
LNTALLACAT.ZONBO1	-0,056	0,132	-0,421	0,674
LNTALLACAT.ZONBO2	-0,088	0,104	-0,848	0,397
LNTALLACAT.ZONPSI	-0,084	0,104	-0,81	0,418

Tabla 41

Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación entre montes del modelo relación longitud peso para machos de orange roughy. Año 2001.

HIPOTESIS	Wa.(a)	t.valor (a)	p.valor (a)	Wa. (b)	t.valor (b)	p.valor (b)
Ho: CAT.ZON JF1 = CAT.ZON JF2	2,82	1,68	0,09	2,40	-1,55	0,12
Ho: CAT.ZON JF1 = CAT.ZON JF3	2,50	1,58	0,11	1,92	-1,38	0,17
Ho: CAT.ZON JF1 = CAT.ZON JF4	5,24	2,29	0,02	4,67	-2,16	0,03
Ho: CAT.ZON JF1 = CAT.ZON BO1	0,37	0,61	0,54	0,18	-0,42	0,67
Ho: CAT.ZON JF1 = CAT.ZON BO2	0,82	0,90	0,37	0,72	-0,85	0,40
Ho: CAT.ZON JF1 = CAT.ZON PSI	1,27	1,13	0,26	0,66	-0,81	0,42
Ho: CAT.ZON JF2 = CAT.ZON JF3	0,15	0,38	0,70	0,07	-0,27	0,79
Ho: CAT.ZON JF2 = CAT.ZON JF4	0,79	0,89	0,38	0,73	-0,86	0,39
Ho: CAT.ZON JF2 = CAT.ZON BO1	0,06	-0,25	0,80	0,14	0,37	0,71
Ho: CAT.ZON JF2 = CAT.ZON BO2	0,04	-0,19	0,85	0,03	0,16	0,87
Ho: CAT.ZON JF2 = CAT.ZON PSI	0,00	0,03	0,98	0,04	0,20	0,84
Ho: CAT.ZON JF3 = CAT.ZON JF4	0,13	0,36	0,72	0,20	-0,44	0,66
Ho: CAT.ZON JF3 = CAT.ZON BO1	0,23	-0,48	0,63	0,26	0,51	0,61
Ho: CAT.ZON JF3 = CAT.ZON BO2	0,22	-0,47	0,64	0,12	0,35	0,72
Ho: CAT.ZON JF3 = CAT.ZON PSI	0,08	-0,28	0,78	0,15	0,38	0,70
Ho: CAT.ZON JF4 = CAT.ZON BO1	0,61	-0,78	0,43	0,78	0,88	0,38
Ho: CAT.ZON JF4 = CAT.ZON BO2	0,71	-0,85	0,40	0,63	0,80	0,43
Ho: CAT.ZON JF4 = CAT.ZON PSI	0,41	-0,64	0,52	0,68	0,83	0,41
Ho: CAT.ZON BO1 = CAT.ZON BO2	0,01	0,08	0,93	0,04	-0,21	0,84
Ho: CAT.ZON BO1 = CAT.ZON PSI	0,06	0,24	0,81	0,03	-0,18	0,85
Ho: CAT.ZON BO2 = CAT.ZON PSI	0,03	0,18	0,86	0,00	0,03	0,98

Tabla 42

Coeficientes, error estándar, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación entre montes del modelo relación longitud peso para hembras de orange roughy, tomando como referencia monte JF1. Año 2001.

Coeficientes:	Valor	E. S.	t	Pr(>|t|)
(Intercept)	-2,713	0,199	-13,63	0
LNTALLA	2,74	0,052	52,347	0
CAT.ZONJF2	0,916	0,317	2,887	0,004
CAT.ZONJF3	0,351	0,343	1,023	0,307
CAT.ZONJF4	1,482	0,377	3,929	0
CAT.ZONBO2	0,447	0,327	1,367	0,172
CAT.ZONPSI	0,628	0,477	1,316	0,188
LNTALLACAT.ZONJF2	-0,229	0,083	-2,747	0,006
LNTALLACAT.ZONJF3	-0,072	0,09	-0,805	0,421
LNTALLACAT.ZONJF4	-0,379	0,099	-3,847	0
LNTALLACAT.ZONBO2	-0,109	0,085	-1,28	0,201
LNTALLACAT.ZONPSI	-0,119	0,124	-0,961	0,337

Tabla 43

Contraste, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación entre montes del modelo relación longitud peso para hembras de orange roughy. Año 2001.

HIPOTESIS	Wa.(a)	t.valor (a)	p.valor (a)	Wa.(b)	t.valor(b)	p.valor(b)
Ho: CAT.ZON JF1 = CAT.ZON JF2	8,33	2,89	0,00	7,55	-2,75	0,01
Ho: CAT.ZON JF1 = CAT.ZON JF3	1,05	1,02	0,31	0,65	-0,80	0,42
Ho: CAT.ZON JF1 = CAT.ZON JF4	15,44	3,93	0,00	14,80	-3,85	0,00
Ho: CAT.ZON JF1 = CAT.ZON BO2	1,87	1,37	0,17	1,64	-1,28	0,20
Ho: CAT.ZON JF1 = CAT.ZON PSI	1,73	1,32	0,19	0,92	-0,96	0,34
Ho: CAT.ZON JF2 = CAT.ZON JF3	2,30	-1,52	0,13	2,60	1,61	0,11
Ho: CAT.ZON JF2 = CAT.ZON JF4	1,96	1,40	0,16	2,02	-1,42	0,16
Ho: CAT.ZON JF2 = CAT.ZON BO2	1,71	-1,31	0,19	1,63	1,28	0,20
Ho: CAT.ZON JF2 = CAT.ZON PSI	0,33	-0,58	0,56	0,72	0,85	0,40
Ho: CAT.ZON JF3 = CAT.ZON JF4	7,09	2,66	0,01	7,70	-2,78	0,01
Ho: CAT.ZON JF3 = CAT.ZON BO2	0,06	0,25	0,80	0,14	-0,38	0,71
Ho: CAT.ZON JF3 = CAT.ZON PSI	0,29	0,54	0,59	0,12	-0,35	0,73
Ho: CAT.ZON JF4 = CAT.ZON BO2	6,30	-2,51	0,01	6,31	2,51	0,01
Ho: CAT.ZON JF4 = CAT.ZON PSI	2,51	-1,58	0,11	3,46	1,86	0,06
Ho: CAT.ZON BO2 = CAT.ZON PSI	0,13	0,36	0,72	0,01	-0,07	0,94

Tabla 44

Parámetros estimados de la relación longitud de horquilla (cm) peso total (g) de alfonsino por sexo y monte. Año 2001.

Monte	Machos				Hembras			
	n	a	b	r^2	n	a	b	r^2
JF1	334	0,01822	3,06561	0,972	592	0,01737	3,07128	0,976
JF2	928	0,01957	3,03468	0,980	1348	0,01754	3,06236	0,982
JF4	30	0,01714	3,09146	0,932	65	0,02344	3,00333	0,951

Tabla 45

Análisis de covarianza para probar el efecto de los factores principales Sexo y Zona en el modelo relación longitud peso, en alfonsino. Año 2001.

	G.L.	Suma de Cuad.	Cuad. Medio	Valor F	Pr(F)
LNTALLA	1	82,554	82,554	16586	0
CAT.ZON	2	0,003	0,001	0	0,76113
SEXO	1	0,013	0,013	3	0,10425
LNTALLA:CAT.ZON	2	0	0	0	0,95941
LNTALLA:SEXO	1	0,009	0,009	2	0,17249
Residuals	3287	16,36	0,005		

Tabla 46

Coeficientes, error estándar, estadístico y valor *p* para el análisis de comparación entre montes y sexo del modelo relación longitud peso alfonsino, tomando como referencia el monte JF1 y el sexo machos. Año 2001.

Coeficientes:	Valor	E. S.	t valor	Pr(>|t|)
(Intercept)	-3,921	0,072	-54,151	0
LNTALLA	3,04	0,02	149,954	0
CAT.ZONJF2	-0,034	0,068	-0,491	0,623
CAT.ZONJF4	0,109	0,252	0,433	0,665
SEXO	-0,093	0,057	-1,625	0,104
LNTALLACAT.ZONJF2	0,001	0,019	0,076	0,939
LNTALLACAT.ZONJF4	-0,018	0,069	-0,254	0,799
LNTALLA:SEXO	0,022	0,016	1,365	0,172

Tabla 47

Número ejemplares empleados en el análisis del factor de condición de orange roughy por sexo, zona (monte) y año. Monitoreo de la pesquería 2000 y 2001.

Machos				**Hembras**			
ÁREA	ZONA	2000	2001	ÁREA	ZONA	2000	2001
JF	JF1	21	290	JF	JF1	21	245
	JF2	56	386		JF2	28	322
	JF3	104	179		JF3	133	165
	JF4	360	329		JF4	360	240
	JF5		56		JF5	1	28
	JF6	10			JF6	15	
Total		**551**	**1240**	**Total**		**558**	**1000**
BO	BO1	213	74	BO	BO1	238	124
	BO2	150	123		BO2	135	197
Total		**363**	**197**	**Total**		**373**	**321**
PSI	PSI	149	161	PSI	PSI	166	182
Total		**149**	**161**	**Total**		**166**	**182**
TOTAL		**1063**	**1598**	**TOTAL**		**1097**	**1503**

Tabla 48

Análisis de covarianza para probar el efecto de los factores principales Año y Zona en el modelo lineal de condición biológica, en ejemplares machos de orange roughy.

	G.L.	Suma de Cuad.	Cuad. Medio	Valor F	Pr(F)
log(TALLA)	1	126,2571	126,2571	22394,61	0
AÑO	1	0,0282	0,0282	5,01	0,025
ZONA	6	0,7949	0,1325	23,5	0
AÑO:ZONA	6	0,0436	0,0073	1,29	0,259
Residual	2515	14,1792	0,0056		

Tabla 49

Suma de cuadrados residual y criterio *CIA* (s^2 (*Cp* + *n*)). Modelo lineal de condición biológica con interacción AÑO:ZONA, ejemplares machos de orange roughy.

	G.L.	Suma de Cuad.	RSS	Cp
<none>			14,18	14,35
log(TALLA)	1	126,26	140,44	140,59
AÑO:ZONA	6	0,04	14,22	14,32

Tabla 50

Análisis de covarianza para probar el efecto de los factores principales Año y Zona en el modelo lineal de condición biológica, en ejemplares hembras de orange roughy.

	G.L.	Suma de Cuad.	Cuad. Medio	Valor F	Pr(F)
log(TALLA)	1	148,434	148,434	19029,02	0
AÑO	1	0,001	0,001	0,09	0,765602
ZONA	6	6,150	1,025	131,41	0
AÑO:ZONA	6	0,274	0,046	5,86	0,000004
Residual	2476	19,314	0,008		

Tabla 51

Suma de cuadrados residual y criterio *Cp* (s^2 (*Cp* + *n*)). Modelo lineal de condición biológica con interacción AÑO:ZONA, en ejemplares hembras de orange roughy.

	G.L.	Suma de Cuad.	RSS	Cp
<none>			19,31	19,55
log(TALLA)	1	148,434	167,75	167,97
AÑO:ZONA	6	0,274	19,59	19,73

Tabla 52

Coeficientes estimados y errores estándar. Modelo lineal de condición biológica excluyendo el factor AÑO, en ejemplares machos de orange roughy.

Coeficiente	Valor	Error Estándar	Valor t	Pr(>|t|)
Intercepto	-2,7536	0,0667	-41,27	0
log(TALLA)	2,6989	0,0179	150,82	0
BO1	-0,0169	0,0033	-5,09	0
BO2	-0,0064	0,0018	-3,57	0,0004
JF1	0,0002	0,0011	0,21	0,8304
JF2	0,0069	0,001	6,89	0
JF3	-0,0004	0,0006	-0,76	0,4500
JF4	0,0057	0,0007	8,66	0

Error estándar: 0,07519 con 2522 grados de libertad

R^2 = 0,91; Estadística F = 3474 con 7 y 2522 grados de libertad; valor-p = 0

Tabla 53

Coeficientes estimados y errores estándar. Modelo lineal de condición biológica excluyendo el factor AÑO, en ejemplares hembras de orange roughy.

Coeficiente	Valor	Error Estándar	Valor t	Pr(>|t|)
Intercepto	-2,4506	0,0728	-33,68	0
log(TALLA)	2,6317	0,0190	138,69	0
BO1	-0,0289	0,0035	-8,29	0
BO2	-0,0212	0,0022	-9,65	0
JF1	-0,0067	0,0014	-4,75	0
JF2	0,0047	0,0012	4,06	0
JF3	-0,0030	0,0007	-4,19	0
JF4	0,0193	0,0007	25,90	0

Error estándar: 0,08884 con 2483 grados de libertad

R^2 = 0,90; Estadística F = 3311 con 7 y 2483 grados de libertad; valor-p = 0

Tabla 54

Clasificación taxonómica de las especies que conformaron la fauna acompañante de la captura comercial de orange roughy, temporadas de pesca 2001 y 2002.

	Clase	Orden	Familia	Especie
Peces	Chondrichthyes	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	*Prionace glauca*
			Scyliorhinidae	*Schroederichtys chilensis*
		Hexanchiforme	Hexanchidae	*Hexanchus griseus*
		Lammiformes	Scyliorhinidae	*Apristurus brunneus*
		Rajiformes	Rajidae	*Psammobatis sp*
				Raja chilensis
				Raja sp.
		Squaliformes	Squalidae	*Centroscyllium granulosum*
				Centroscyllium nigrum
				Centroscymnus cryptacanthus
				Etmopterus granulosus
	Holocephali	Chimaeriformes	Callorhynchidae	*Callorhynchus callorhynchus*
			Chimaeridae	*Hydrolagus cf. macrophathalmus*
				Mustelus mento
	Actinopterygii	Beloniformes	Belonidae	*Scomberesox saurus*
		Beryciformes	Trachichthyidae	*Hoplostethus atlanticus*
		Tetraodontiformes	Molidae	*Mola mola*
	Osteichthyes	Anguilliformes	Congridae	*Bassanago nielseni*
				Xenomystax atrarius
			Nemichthyidae	*Nemichthys scolapaceus*
		Aulopiformes	Paralepididae	*Paralepsis atlantica*
		Beryciformes	Berycidae	*Beryx splendens*
		Gadiformes	Macrouridae	*Caelorinchus cf. kaiyoman*
				Coelorhynchus chilensis
				Coryphaenoides holotrachys
				Macrourus carinatus
				Macrourus holotrachys
			Merlucciidae	*Macruronus magellanicus*
			Moridae	*Gadella obscurus*
				Mora moro
				Tripterophycis svetovidov
		Myctophiformes	Myctophidae	*Myclophum sp.*
		Notacanthiformes	Notacanthidae	*Notacanthus sexspinis*
		Osmeriformes	Alepocephalidae	*Alepocephalus sp.*
				Alocephalidae
				Bajacalifornia megalops

ContinuaciónTabla 54

	Clase	Orden	Familia	*Especie*
Peces		Perciformes	Apogonidae	*Epigonus robustus*
				Espigonus crassicaudus
			Bramidae	*Brama australis*
			Carangidae	*Decapterus macrosama*
				Trachurus murphyi
			Caristiidae	*Caristiidae sp.*
			Centrolophidae	*Centrolophus niger*
				Seriolella caerulea
				Seriolella violacea
			Emmelichthyidae	*Emmelichthyops*
				Emmelichthys nitidus cyanescens
				Emmelichthys sp.
			Gempylidae	*Ruvettus pretiosus*
				Thyrsites atun
			Pentacerotidae	*Pentaceros sp.*
			Trichiuridae	*Lepidopus xantusi*
		Reiformes	Oreosomatidae	*Neocyttus rhomboidalis*
				Pseudocyttus maculatus
			Zeidae	*Zenopsis conchifer*
		Scorpaeniformes	Sebastidae	*Sebastes capensis*
			Triglidae	*Pterygotrigla picta*
		Stommiformes	Idiacanthidae	*Idiancanthus sp.*
			Sternoptychidae	*Argyropelecus olfersi*
			Stomiidae	*Aristostamias lunifer*
	Teleostomi	Ophidiiformes	Ophidiidae	*Genypterus blacodes*
				Genypterus maculatus
		Perciformes	Nototheniidae	*Dissostichus eleginoides*
		Pleuronectiformes	Bothidae	*Paralichtys microps*
Crustáceos	Crustacea	Decapoda	Cancridae	*Cancer edwarsii*
				Cancer porteti
				Jasus frontalis
				Libidoclaea granaria
				Lithodes antarcticus
				Mursia gaudichaudii
			Galatheidae	*Pleuroncodes monodon*
			Palinuridae	*Projasus bahamondei*
			Pandalidae	*Heterocarpus reedi*
			Penaeidae	*Haliporoides diomedeae*
Cefalópodos	Cephalopoda	Teuthoiidea	Loliginidae	*Loligo gahi*
			Ommastrephidae	*Dosidicus gigas*

Tabla 55

Número de ejemplares de orange roughy analizados histológicamente, por semana, monte y sexo. Período mayo-agosto, 2001 (PSI: Punta Sierra; BO: Bajo O'Higgins; JF: Juan Fernández).

Mes	Semana	Fecha	Monte	Hembras	Machos	Total
Mayo	2	07/05-13/05	PSI	55	59	114
Mayo	2	07/05-13/05	BO1	5	7	12
Mayo	3	14/05-20/05	PSI	52	46	98
Mayo	4	21/05-27/05	BO1	46	25	71
Mayo	4	21/05-27/05	JF1	3	1	4
Mayo	4	21/05-27/05	JF4	10	11	21
Mayo	5	28/05-03/06	PSI	6	4	10
Mayo	5	28/05-03/06	BO2	49	39	88
Mayo	5	28/05-03/06	JF1	21	34	55
Junio	1	04/06-10/06	PSI	25	7	32
Junio	1	04/06-10/06	BO1	37	31	68
Junio	1	04/06-10/06	BO2	16	11	27
Junio	1	04/06-10/06	JF2	10	5	15
Junio	1	04/06-10/06	JF4	3	5	8
Junio	2	11/06-17/06	BO1	7	2	9
Junio	2	11/06-17/06	JF1	19	42	61
Junio	2	11/06-17/06	JF2	30	27	57
Junio	2	11/06-17/06	JF3	1	0	1
Junio	2	11/06-17/06	JF4	8	12	20
Junio	3	18/06-24/06	BO2	72	44	116
Junio	3	18/06-24/06	JF1	34	18	52
Junio	3	18/06-24/06	JF2	2	0	2
Junio	3	18/06-24/06	JF4	12	5	17
Junio	4	25/06-01/07	JF1	11	0	11
Junio	4	25/06-01/07	JF2	31	10	41
Junio	4	25/06-01/07	JF4	9	0	9
Julio	1	02/07-08/07	BO2	22	7	29
Julio	1	02/07-08/07	JF2	57	23	80
Julio	1	02/07-08/07	JF4	8	4	12
Julio	1	02/07-08/07	JF5	2	7	9
Julio	2	09/07-15/07	JF4	29	27	56
Julio	3	16/07-22/07	JF4	13	54	67
Julio	4	23/07-29/07	JF4	40	34	74
Agosto	1	30/07-05/08	JF1	10	10	20
Agosto	1	30/07-05/08	JF3	79	13	92
Agosto	1	30/07-05/08	JF4	12	12	24
Agosto	2	06/08-12/08	JF3	44	72	116
Total				890	708	1598

Tabla 56
Número de muestras de orange roughy analizadas histológicamente, por monte y mes.
Monitoreo de la pesquería 2001.

Monte	Mes				Total
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	
BO1	83	77			160
BO2	88	143	29		260
JF1	59	124	20		203
JF2		115	80		195
JF3		1		208	209
JF4	21	54	233		308
JF5			9		9
PSI	222	32			254
Total	**473**	**546**	**371**	**208**	**1598**

Tabla 57
Número de hembras de alfonsino analizadas histológicamente, por monte y mes.
Monitoreo de la pesquería de orange roughy, 2001.

Mes	Monte					Total
	JF1	JF2	JF3	JF4	JF5	
Mayo	10	20	17	6	-	53
Junio	5	27	5	3	8	48
Julio	4	85	8	-	-	97
Agosto	5	34	-	-	-	39
Septiembre	46	-	-	-	-	46
Octubre	40	-	9	-	-	49
Noviembre	105	-	-	-	-	105
Diciembre	51	-	-	-	-	51
Total	266	166	39	9	8	488

Tabla 58

Caracterización histomorfológica de los estadios madurez sexual de hembras de orange roughy.

Estadio	Denominación	Caracterización histomorfológica
EMS 1	Inmaduro	Predominio de ovocitos previtelogénicos con vesícula germinativa central multinuclear, citoplasma basófilo finamente granular (entre 10 y 260 µm) y en menor grado, ovocitos vesiculosos (vitelogénesis endógena) (280-400 µm).
EMS 2	En maduración	Inicio de la vitelogénesis exógena hasta ocupar completamente el citoplasma (entre 850-980 µm). Presencia importante de ovocitos vesiculosos que disminuyen en número a medida que avanza el grado de desarrollo del ovario. Desarrollo de la zona radiata y capa folículo-tecal.
EMS 3	Maduro	Ovario vitelado, predominio de ovocitos cargados de grandes gránulos de vitelo (950-1050 µm). Migración de la vesícula germinativa e inicio de coalescencia del vitelo formando glóbulos vitelinos de diferente tamaño (10-50 µm), a la vez que también se forman glóbulos lipídicos (ovocitos hialinos). Máximo desarrollo de la zona radiata y capa folículo-tecal.
EMS 4	En desove	Presencia importante de ovocitos hidratados (1300-1650 µm), entre ovocitos maduros. La zona radiata tiene un espesor de 6 a 7 µm. Puede haber folículos postovulatorios.
EMS 5	Desovado	Ovocitos residuales en diferentes grados de deposición de vitelo. Presencia de folículos postovulatorios e importante atresia folicular. Aumento del desarrollo vascular.

Tabla 59

Caracterización histomorfológica de los estadios de madurez sexual de machos de orange roughy.

Estadio	Denominación	Caracterización histomorfológica
EMS 1	Inmaduro	Inicio de la espermatogénesis. Predominio de espermatogonias y espermatocitos primarios.
EMS 2	En maduración	Espermatocitogénesis reflejada por la marcada proliferación de espermatocitos secundarios y espermátides redondas. Escasos cistos con espermatozoides y en el compartimiento tubular.
EMS 3	Maduro	Inicio de la espermiohistogénesis, caracterizada por el predominio de espermatozoides sobre otras células germinales, tanto en cistos como en los túbulos.
EMS 4	En Reproducción	Espermiohistogénesis activa donde predominan los espermatozoides, los que se presentan de manera abundante en los ductos testiculares.
EMS 5	Evacuado y En regresión	Presencia importante de espermatogonias sobre pequeños y escasos cistos con espermatocitos y espermátides, tanto en los tabiques gruesos como en la región de la corteza testicular. Espermatozoides residuales en el lúmen de los ductos de evacuación.

Tabla 60

Cuadro resumen del proceso de desove de orange roughy observado en los distintos montes por mes y semana, durante el 2001 (gris: sin evidencia de desove; achurado: período desove y blanco: sin muestras).

Monte	Período	Mayo				Junio				Julio				Agosto	
		2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
PSI	10/05-09/06														
BO1	12/05-11/06														
BO2	30/05-02/07														
JF1	26/05-01/08														
JF2	04/06-05/07														
JF3	02/08-11/08														
JF4	23/05-30/07														

Tabla 61

Porcentaje de aciertos en la asignación macroscópica de los estadios de madurez de los ovarios de orange roughy.

Madurez Microscópica	Madurez Macroscópica					n
	Inmaduro	En Maduración	Maduro	En Desove	Desovado	
Inmaduro		70,0			30,0	**10**
En Maduración		1,2	95,8	1,8	1,2	**331**
Maduro			90,4	8,4	1,2	**83**
En desove			20,0	75,1	5,0	**401**
Desovado		9,4	1,6	31,3	57,8	**65**
n	**-**	**17**	**473**	**334**	**65**	**890**

Tabla 62

Porcentaje de aciertos en la asignación macroscópica de los estadios de madurez de los testículos de orange roughy.

Madurez Microscópica	Madurez Macroscópica					n
	Inmaduro	En Maduración	Maduro	En Reproducción	Evacuado	
Inmaduro	4,8	42,9	38,1		14,3	**42**
En Maduración	5,0	5,0	75,0	5,0	10,0	**20**
Maduro		15,0	81,5	2,0	1,5	**200**
En Reproducción		3,3	65,8	21,7	9,2	**336**
Evacuado		22,7	40,9	18,2	18,2	**110**
n	**3**	**85**	**460**	**98**	**62**	**708**

Tabla 63

Caracterización histomorfológica de los estadios de madurez sexual de hembras de alfonsino

Estadio	Denominación	Caracterización Histomorfológica
EMS 1	Virginal	Sexo dificultoso de diferenciar.
EMS 2	Inmaduro o Reposo	Presencia de ovogonias y ovocitos previtelogénicos primarios (entre 25 y 50 micras).
EMS 3	Pre-maduración	Presencia de ovocitos previtelogénicos secundarios (40 a 100 micras) y ovocitos vacuolados (vitelogésis endógena) (entre 100 y 200 micras).
EMS 4	Maduración Temprana	Presencia de ovocitos vacuolados y ovocitos que han comenzado la vitelogénesis exógena (entre 150 y 250 micras).
EMS 5	Maduración Tardía	Ovocitos cuyo citoplasma esta repleto de gránulos de vitelo (230 a 400 micras).
EMS 6	En Desove	Presencia de ovocitos hidratados (400 a 650 micras).
EMS 7	Desovado	Ovocitos hidratados residuales y atrésicos .

Tabla 64

Número de ejemplares analizados para estimar la fecundidad de orange roughy, por área y mes. Año 2001

Área	Mes				Total
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	
JF	30	74	67	43	214
BO	83	127	6		216
PSI	104	24			128
Total	217	225	73	43	558

Tabla 65

Estructura de tallas de la muestra analizada para estimar la fecundidad del orange roughy, por área. Año 2001

Longitud Horquilla	Área			Total
	JF	BO	PSI	
36	1	1		2
37	1	1		2
38		1		1
39	8	1		9
40	9		2	11
41	10	6	3	19
42	9	15	3	27
43	23	11	4	38
44	28	6	4	38
45	19	16	17	52
46	18	21	21	60
47	19	28	22	69
48	12	19	8	39
49	11	17	11	39
50	14	23	7	44
51	11	18	9	38
52	8	7	11	26
53	6	8	1	15
54	5	5	5	15
55		7		7
56	2	2		4
57		2		2
59		1		1
Total	214	216	128	558

Tabla 66

Número de ejemplares analizados y fecundidad total estimada por área y mes, 2001

Zona	Mes	n	Longitud Horquilla (cm.)	Longitud Estándar (cm.)	Peso Corporal (g.)	Fecundidad Total			
			Media	Media	Media	Mínimo	Máximo	Media	Desv Est.
JF	Mayo	30	44,0	40,2	2028	47740	222903	110242	40442
	Junio	74	46,4	42,3	2279	36404	270075	140919	49456
	Julio	67	45,1	41,1	2104	41511	204459	118460	32552
	Agosto	43	47,6	43,4	2475	51592	338500	150710	50737
	Total	**214**	**45,9**	**41,9**	**2228**	**36404**	**338500**	**131554**	**46037**
BO	Mayo	83	47,6	43,4	2511	36893	247785	148512	44108
	Junio	127	47,8	43,6	2514	33669	279521	147864	46749
	Julio	6	46,5	42,4	2290	39965	192575	122336	52176
	Total	**216**	**47,7**	**43,5**	**2506**	**33669**	**279521**	**147404**	**45872**
PSI	Mayo	104	47,5	43,3	2849	121637	379216	221479	48880
	Junio	24	47,2	43,0	2849	163817	304944	218637	39525
	Total	**128**	**47,4**	**43,2**	**2849**	**121637**	**379216**	**220946**	**47137**

Tabla 67

Número de ejemplares analizados y fecundidad relativa estimada por área y mes, 2001.

Zona	Mes	n	Longitud Horquilla (cm)	Longitud Estándar (cm.)	Peso Corporal (g.)	Fecundidad Relativa			
			Media	Media	Media	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.
JF	Mayo	30	44,0	40,2	2028	29444	94852	54640	15168
	Junio	74	46,4	42,3	2279	22063	96832	61414	15692
	Julio	67	45,1	41,1	2104	28323	92576	56879	13944
	Agosto	43	47,6	43,4	2475	21510	107758	61229	17102
	Total	**214**	**45,9**	**41,9**	**2228**	**21510**	**107758**	**59007**	**15516**
BO	Mayo	83	47,6	43,4	2511	25953	92606	59332	14713
	Junio	127	47,8	43,6	2514	16056	106278	59229	16455
	Julio	6	46,5	42,4	2290	21315	71856	52164	17524
	Total	**216**	**47,7**	**43,5**	**2506**	**16056**	**106278**	**59072**	**15804**
PSI	Mayo	104	47,5	43,3	2849	41030	115944	78578	14090
	Junio	24	47,2	43,0	2849	56752	94463	77065	8201
	Total	**128**	**47,4**	**43,2**	**2849**	**41030**	**115944**	**78295**	**13174**

Tabla 68

Análisis de varianza de la fecundidad estimada entre monte y agrupación de montes mediante el test de comparaciones múltiples de Scheffé. Año 2001

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Fecundidad Relativa

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4,204E+10[a]	6	7006962450	31,669	,000
Intercept	1,575E+12	1	1,575E+12	7118,050	,000
CAT_ZON	4,204E+10	6	7006962450	31,669	,000
Error	1,210E+11	547	221259134,7		
Total	2,396E+12	554			
Corrected Total	1,631E+11	553			

a. R Squared = ,258 (Adjusted R Squared = ,250)

Subgrupos homogéneos

Fecundidad Relativa

Scheffe[a,b,c]

Monte	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
JF1	28	51713,90		
BO2	99	54876,27	54876,27	
JF2	67	57734,96	57734,96	
JF3	38	61314,32	61314,32	
JF4	77		61610,30	
BO1	117		62622,68	
PSI	128			78294,55
Sig.		,053	,229	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 221259134,682.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60,136.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

Tabla 69

Fecundidad total y relativa estimada para el orange roughy en distintas áreas de Nueva Zelanda, Australia y Chile.

Área	Año	Mes	n	Longitud[1]	Fecundidad Total			Fecundidad Relativa		
				Estándar	Mínima	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media
Chalenger Plateau	1987	6	39	33,2	13680	74180	39700	19600	44950	30500
Chalenger Plateau	1988	7	120	33,4	10670	83820	37180	10400	53730	26870
Chalenger Plateau	1989	7	65	33,9	17980	71450	36590	12050	47700	26190
Chalenger Plateau	1990	7	57	33,9	15900	84290	36090	12500	80890	27000
Cook Canyon	1988	6	146	36,1	15700	103570	44290	13170	48190	27180
Chatham Rise	1990	7	54	36,2	21620	91260	53660	13430	57040	31480
Puysegur	1991	7	54	37,3	21780	184820	101440	18770	107730	49530
Ritchie Banks	1990	6	34	36,4	25550	65530	44010	12610	47180	28550
Kaikora	1986	5	70	-	26000	90000	-	-	-	22000
Tasmania (Weste)	1988	4	17	37,5	-	-	57123	-	-	-
Tasmania (Weste)	1989	-	19	37,1	26527	68192	46141	-	-	-
Sur Australia	1988	5	26	38,8	-	-	49845	-	-	-
Sur Australia	1989	-	77	38,4	10564	93564	42531	-	-	-
New South Wales	1988	5	21	31,3	-	-	29998	-	-	-
New South Wales	1989	-	42	32,4	12837	59635	31056	-	-	-
Tasmania (Este)	1989	-	57	37,1	10422	71796	34820	-	-	-
J. Fernández	1999	8	-	-	-	-	59805	6626	35253	20941
J. Fernández	2001	5	30	40,2	47740	222903	110242	29444	94852	54640
J. Fernández	2001	6	74	42,3	36404	270075	140919	22063	96832	61414
J. Fernández	2001	7	67	41,1	41511	204459	118460	28323	92576	56879
J. Fernández	2001	8	42	43,5	51592	338500	150628	21510	107758	60879
B. O'Higgins	2001	5	83	43,4	36893	247785	148512	25953	92606	59332
B. O'Higgins	2001	6	127	43,6	33669	279521	147864	16056	106278	59229
B. O'Higgins	2001	7	6	42,4	39965	192575	122336	21315	71856	52164
Punta Sierra	2001	5	104	43,3	121637	379216	221479	41030	115944	78578
Punta Sierra	2001	6	24	43,0	163817	304944	218637	56752	94463	77065

[1] promedio

Tabla70

Distribución de los lances por estrato de profundidad, en cada uno de los sectores prospectados

Estrato de profundidad	Número Lances					
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	**Total**
501 – 600	1	1	-	1	2	**5**
601 – 800	2	3	2	2	2	**11**
801 – 1.000	3	5	-	3	2	**13**
1.001 – 1.100	-	1	-	-	-	**1**
Total	**6**	**10**	**2**	**6**	**6**	**30**

Tabla 71

Registros operacionales e índices de densidad de orange roughy. Crucero de prospección 2003

Fecha			Barco	Lance	Latitud	Longitud	Sector	Veloc.	Hora	Duración	Profundidad (m)		Altura Red	Temperatura	Viento		Captura (kg)	Densidad	Captura Total
Día	Mes	Año		N°	(S)	(W)		(Nudos)	Inicio	(Min)	Min	Max	(m)	(°C)	Dirección	Fuerza	O. roughy	(k/mn^2)	(Kg)
18	7	2003	A. Molina	1	3750,60	7407,70	1	2,9	18:41	27	500	429	4,2	5,6	NW	20	-		807
19	7	2003	A. Molina	2	3751,40	7403,40	1	2,90	13:00	30	756	710	4,0	3,9	NW	20	-		349
19	7	2003	A. Molina	3	3750,10	7404,60	1	2,9	15:55	30	875	840	3,5	3,1	NW	13	3,8	190	242
19	7	2003	A. Molina	4	3749,30	7405,90	1	2,7	18:45	22	1000	944	4,0	30,1	W	20	-		209
19	7	2003	A. Molina	5	3751,40	7401,00	1	3,0	21:58	30	871	740	3,0	3,4	NW	10	-		165
20	7	2003	A. Molina	6	3751,90	7404,10	1	2,8	00:50	30	700	600	3,5	4.1-3.9	SW	25	-		660
21	7	2003	A. Molina	7	3845,50	7404,00	2	3,0	09:14	30	726	685	3,5	4.6-3.9	W	10	-		298
21	7	2003	A. Molina	8	3842,70	7404,20	2	3,1	11:10	30	702	695	3,3	3.7-4.0	W	6	-		495
21	7	2003	A. Molina	9	3845,64	7406,52	2	2,7	14:14	30	977	942	3,3	2.8-3.1	W	10	-		87
21	7	2003	A. Molina	10	3845,94	7408,33	2	2,8	17:16	30	1100	1085	3,2	2.6-2.7	W	10	-		95
21	7	2003	A. Molina	11	3846,39	7403,91	2	3,0	19:29	30	640	622	3,5	4	W	8	-		210
22	7	2003	A. Molina	12	3850,28	7410,55	2	2,8	12:24	30	821	788	3,5	3,5	SW	5	1,4	54	82
22	7	2003	A. Molina	13	3849,59	7411,74	2	3,0	14:50	30	890	842	4,0	3,1	SW	12	-		99
22	7	2003	A. Molina	14	3845,69	7402,15	2	3,0	19:23	30	530	520	3,0	4,8	SW	6	-		435
23	7	2003	A. Molina	15	3853,11	7409,13	2	2,7	09:47	26	945	936	3,5	2,9	SW	8	-		175
23	7	2003	A. Molina	16	3852,46	7410,80	2	2,6	13:03	38	865	812	4,0	3,2	SW	5	-		111
23	7	2003	A. Molina	17	3907,20	7400,43	3	3,0	18:40	30	670	669	3,0	4,1	W	8	-		377
23	7	2003	A. Molina	18	3908,54	7401,33	3	3,0	20:50	30	764	757	3,5	3,4	SW	6	-		113
24	7	2003	A. Molina	19	3926,87	7401,58	4	2,9	13:05	30	823	823	3,0	3,4	SW	4	-		126
24	7	2003	A. Molina	20	3923,04	7358,16	4	2,7	15:00	30	754	716	3,5	3,5	SSE	10	-		194
24	7	2003	A. Molina	21	3926,67	7404,28	4	2,9	18:22	30	930	907	3,2	3	SSE	10	-		89
25	7	2003	A. Molina	22	3935,12	7402,41	4	3,1	09:15	30	541	530	3,1	4,5	SSE	27	-		186
25	7	2003	A. Molina	23	3934,65	7404,00	4	3,0	11:54	30	664	655	3,0	3,8	SSE	18	-		231
25	7	2003	A. Molina	24	3935,25	7406,11	4	3,0	14:40	21	820	806	3,0	3,1	SSE	25	-		128
27	7	2003	A. Molina	25	4050,79	7429,49	5	3,1	08:55	30	690	687	4,5	3,8	N	8	-		127
27	7	2003	A. Molina	26	4047,71	7429,96	5	3,1	11:26	9	791	767	4,0		N	2	-		120
27	7	2003	A. Molina	27	4048,88	7422,50	5	3,0	15:45	30	618	524	3,0	4,6	N	4	-		277
28	7	2003	A. Molina	28	4102,46	7426,87	5	3,0	09:24	30	828	822	3,8	3,4	N	13	1,4	54	78
28	7	2003	A. Molina	29	4100,12	7440,99	5	3,0	13:47	14	555	546	4,6	4,6	NNW	12	-		144
28	7	2003	A. Molina	30	4102,75	7425,77	5	3,0	18:13	22	830	825	3,2	3,6	N	15	-		85

Tabla 72

Composición por especie de las capturas obtenidas durante la pesca exploratoria de orange roughy

Especie		Captura	
		Kilos	%
Teleósteos			
Granadero chileno	*Coelorhynchus chilensis*	1191,0	17,5
Merluza austral	*Merluccius australis*	573,0	8,4
Barbanegra	*Alepocephalus sp.*	437,2	6,4
Merluza cola	*Macruronus magellanicus*	351,6	5,2
Bacalao	*Dissostichus eleginoides*	75,4	1,1
Peje gato	*S/I*	45,6	0,7
Brotulin	*Gadella obscurus*	43,1	0,6
Granadero	*Coryphaenoides subserrulatus*	40,0	0,6
Granadero	*Nezumia sp*	33,6	0,5
Granadero gigante	*S/I*	33,3	0,5
Mora narigona	*Antimora rostrata*	32,2	0,5
Quimera	*Hidrolagus sp.*	27,9	0,41
Anguila espinosa	*Notacanthus sexspinis*	22,6	0,3
Moridos	Moridae	16,5	0,2
Granadero patagonico	*Coelorhynchus fasciatus*	11,4	0,2
Congrio de profundidad	*Bassanago albescens*	10,2	0,2
Pejegato de profundidad	*Apristurus brunneus*	8,5	0,1
Rata ventrifosa	*Ventrifossa nigromaculata*	8,2	0,1
Chancharro del sur	*Sebastes capensis*	6,9	0,1
Orange roughy	*Hoplostethus atlanticus*	6,6	0,1
Lenguado profundidad	*Mancopsetta milfordi*	6,5	0,1
Pez cabezón	*Psycrolutes sio*	6,4	0,1
Pejeperro	*S/I*	3,6	0,1
Oreo dory	*Pseudocyttus maculatus*	2,4	0,0
Anguila	*S/I*	1,8	0,0
Congrio lagarto	*S/I*	0,8	0,0
Brótula (moridos)	*Salilota australis*	0,6	0,0
Granadero 2	*Coryphaenoides sp.*	0,2	0,0
Granadero profundidad	*S/I*	0,2	0,0
Pez con melena	Caristidae	0,2	0,0
Barbanegra chico	*Alepocephalus sp.1*	0,1	0,0
Elasmobranquios			
Tollo negro de cachos	*Centroscyllium nigrum*	576,3	8,5
Tollo	*Aculeola nigra*	267,3	3,9
Tollo narigon	*Etmopterus granulosus*	225,2	3,3
Raya volantín	*Raja chilensis*	151,3	2,2
Raya plomiza cola espinuda	Rajidae	97,2	1,4
Raya moteada	*S/I*	50,8	0,8
Raya espinosa	*S/I*	42,6	0,6
Cefalópodos			
Jibia	*Dosidicus gigas*	2268	33,4
Pulpo	*S/I*	4,6	0,1
Calamar	*S/I*	1,6	0,0
Crustáceos			
Camarón	*Pandalopsis ampla*	53,3	0,8
Gamba	*Haliporoides dioemedae*	50	0,7
Jaiba araña	*Libidoclaea gregaria*	8,6	0,1
Camarón acorazado	*Sclerocangron atrox*	0,3	0,0
TOTAL		**6795,2**	**100**

Tabla 73

Capturas por especie obtenidas en los sectores explorados durante la pesca exploratoria de orange roughy

Nombre común	Nombre científico	Sector 1		Sector 2		Sector 3		Sector 4		Sector 5	
		Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Bacalao de profundidad	*Dissostichus eleginoides*	12,3	0,51	51,5	2,47	1,8	0,37	3,1	0,32	6,7	0,81
Barbanegra	*Alepocephalus sp.*	18,5	0,76	310,2	14,86	1,5	0,31	83,0	8,70	24,0	2,89
Camarón	*Pandalopsis ampla*	18,3	0,75	0	0,00	1,0	0,20	27,0	2,83	7,0	0,84
Gamba	*Haliporoides dioemedae*	26,0	1,07	22,0	1,05	2,0	0,41	0	0,00		0,00
Granadero chileno	*Coelorhynchus chilensis*	221,6	9,11	388,2	18,60	39,0	7,96	274,5	28,76	268,9	32,24
Jibia	*Dosidicus gigas*	1184,0	48,67	684,0	32,78	144	29,39	90,0	9,43	166,0	19,97
Merluza austral	*Merluccius australis*	113,5	4,67	136,9	6,56	72,0	14,70	162,1	16,98	88,5	10,65
Merluza cola	*Macruronus magellanicus*	104,5	4,30	49,0	2,35	4,5	0,92	62,6	6,56	131,0	15,76
Orange roughy	*Hoplostethus atlanticus*	3,8	0,16	1,4	0,07		0,00		0,00	1,4	0,17
Raya moteada		37,0	1,52	9,6	0,46	0	0,00		0,00	4,2	0,51
Raya volantín	*Raja chilensis*		0,00	116,0	5,56	5,8	1,18	15,0	1,57	14,5	1,74
Raya plomiza espinuda	Rajidae	24,4	1,00	16,8	0,81		0,00	41,0	4,30	15,0	1,80
Tollo	*Aculeola nigra*	158,0	6,49	35,8	1,72	22,5	4,59	33,5	3,51	17,5	2,11
Tollo narigón	*Etmopterus granulosus*	21,6	0,89	82,7	3,96	24,7	5,04	66,4	6,96	30,4	3,66
Tollo negro de cachos	*Centroscyllium nigrum*	309,0	12,70	58,2	2,79	164,5	33,58	40,6	4,25	4,0	0,48
Otras		180,2	7,41	124,6	5,97	6,6	1,35	55,7	5,84	53,0	6,38
Total		**2432,7**		**2086,9**		**489,9**		**954,5**		**831,2**	

Tabla 74
Índices de abundancia (kg/mn^2) para las principales especies capturadas durante la pesca exploratoria de orange roughy

Nombre común	Nombre cientifico	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Bacalao de profundidad	*Dissostichus eleginoides*	91	195	33	22	57
Barbinegra	*Alepocephalus sp.*	138	1173	28	586	203
Camarón	*Pandalopsis ampla*	136	0	18	191	59
Gamba	*Haliporoides dioemedae*	193	83	37	0	0
Granadero chileno	*Coelorhynchus chilensis*	1645	1468	716	1939	2271
Jibia	*Dosidicus gigas*	8798	2587	2692	636	1407
Merluza austral	*Merluccius australis*	843	518	1321	1145	750
Merluza cola	*Macruronus magellanicus*	777	185	83	442	1110
Orange roughy	*Hoplostethus atlanticus*	28	5	0	0	12
Raya moteada		275	36	0	0	36
Raya volantín	*Raja chilensis*	0	484	106	106	123
Raya plomiza espinuda	Rajidae	181	64	0	289	127
Tollo	*Aculeola nigra*	1174	135	413	237	148
Tollo narigón	*Etmopterus granulosus*	156	313	453	469	258
Tollo negro de cachos	*Centroscyllium nigrum*	2296	220	3019	287	34

A N E X O S

A N E X O 1

Análisis histológico de las gónadas de orange roughy

ANEXO 1

Análisis histológico de las gónadas de orange roughy

1. Histomorfología del ovario

El ovario está cubierto externamente por una capa de tejido conectivo fibroso, la albugínea. En esta capa entre las células del conectivo, se encuentran los cromatóforos y entre las fibras son numerosas las colágenas y reticulares. Además, destaca la presencia de células musculares lisas y numerosos vasos sanguíneos. Desde la albugínea emergen hacia el interior haces de tejido conectivo que dividen el ovario en numerosas unidades denominadas lamelas ovígeras, que están revestidas por un epitelio prismático bajo. El epitelio delimita el lúmen ovárico que presenta un aspecto irregular estrellado. En las lamelas, se distinguen las células somáticas y las células germinales que comprenden las ovogonias y los ovocitos primarios.

El grosor de la albugínea disminuye desde 350 a 100 μm, debido a la distensión del ovario por la presión de los folículos que se desarrollan en su interior.

2. Desarrollo del ovario

Las variaciones de la masa ovárica se producen fundamentalmente por cambios en la función gametogénica, en particular por el crecimiento y desarrollo de los folículos asociados al depósito de vitelo en el citoplasma de los ovocitos. El desarrollo del ovocito es un proceso continuo desde aquellos inmaduros, sin depositación de vitelo, pasando posteriormente por los vitelados hasta el proceso de la hidratación, durante la época y momento en que las condiciones tanto biológicas como ambientales son adecuadas para la evacuación y su posterior fertilización.

Los ovocitos desde el momento que emergen, a partir de las ovogonias parentales, se asocian a células somáticas formando una unidad denominada folículo. En el folículo, las células somáticas o foliculares crecen y proliferan, conjuntamente con el crecimiento de los ovocitos y posterior depósito de vitelo endógeno y exógeno en el citoplasma. Este crecimiento llega a su término con la reiniciación de la meiosis y expulsión del ovocito II en estadio metafásico. Las células foliculares permanecen en el estroma ovárico, dando origen a una estructura conocida como folículo postovulatorio, el cual rápidamente comienza a degenerar y posteriormente es reabsorbido por células fagocíticas.

En el ovario de orange roughy fue posible caracterizar los siguientes tipos de folículos:

- **Folículo no vitelino (nv)**

Presentan tamaño muy variable. Los más pequeños miden 10 μm y los más grandes 260 μm. Todos ellos están limitados por una capa de células foliculares planas cuyo grosor no supera los 2 μm. Presentan un citoplasma finamente granular que se tiñe homogéneamente con el colorante basófilo (hematoxilina), siendo la coloración más intensa en los de menor tamaño, disminuyendo paulatinamente en los de mayor tamaño. Los ovocitos tienen un núcleo de tipo vesiculoso en posición central. La relación núcleo citoplasma disminuye a medida que los ovocitos crecen, siendo de 0,7 en los folículos pequeños y de 0,3 en los más grandes. El núcleo tiene un número variable de nucleolos (3-10), ubicados mayoritariamente en la periferia del núcleo (**Figura 38 A**).

En los folículos más grandes (220-260 μm), se comienza a vislumbrar una fina lámina, de muy baja eosinofilia, en la periferia del ovocito y bajo la capa folicular, correspondiente a la futura zona radiata. Un breve incremento de grosor de la capa folicular y la notoria disminución de la basofilia del ovocito, conjuntamente

con la aparición de pequeñas zonas granulares hialina en la amplitud del citoplasma, indican que el ovocito está próximo a iniciar el depósito de vitelo endógeno.

- **Folículo vitelínico endógeno (ve)**

Este tipo de folículo mide entre 280 - 400 μm. Está delimitado por una capa denominada teca, cuyo grosor es de 4 μm. La teca está formada por una capa interna de células foliculares planas y otra externa por el conectivo adyacente. El ovocito se caracteriza por su baja basofilia y por la presencia de una corrida de vacuolas hialinas en la zona cortical citoplasmática, bajo la zona radiata. En los folículos más grandes, el ovocito generalmente contiene numerosas vacuolas localizadas hacia el centro del citoplasma ovocitario y con frecuencia formando agrupaciones irregulares. El ovocito tiene un núcleo esférico, midiendo 130 – 140 μm, localizado. Numerosos nucleolos (10-14) de fuerte carácter eosinófilo, se distribuyen irregularmente en el área nuclear (**Figura 38 A**).

- **Folículo vitelogénico exógeno (vt)**

Este folículo se caracteriza por la acumulación de vitelo en el citoplasma del ovocito. El vitelo se origina a partir de la vitelogenina hepática, la cual vía sanguínea llega al ovario y es transferida por las células foliculares hacia el ovocito. En una primera fase de depósito, en la zona adyacente a la zona radiata, el vitelo se observa como finos gránulos los cuales se van fusionando formando glóbulos de vitelo que paulatinamente van ocupando todo el volumen del citoplasma. La vitelogénesis en las numerosas especies de teleósteos estudiadas ha sido descrita como un proceso continuo y según el grado de distribución de vitelo se han podido caracterizar diferentes tipos de folículos. En orange roughy durante el período analizado sólo se detectaron folículos en fase final de la vitelogénesis. Estos folículos son esféricos y miden entre 850- 980 μm de

diámetro. La teca mide de 10 a 11 μm y está formada por la granulosa interna, que corresponde a una capa de células cúbicas de 7 μm de altura, y por la fibroconectiva externa. Bajo la teca se distingue la zona radiata cuyo grosor es de 10 a 14 μm, delimitando externamente al ovocito. El núcleo del ovocito se encuentra en el centro del citoplasma, el cual está lleno de plaquetas de vitelo, que miden desde 4 a 15 μm. Entre las plaquetas de vitelo se hallan pequeñas vacuolas hialinas (**Figura 38 B**).

- **Folículo maduro (m)**

Es esférico, y su diámetro está comprendido entre 950 y 1050 μm. El núcleo del ovocito adquiere una forma irregular levemente estrellada y comienza a desplazarse desde el centro hacia el futuro polo animal del ovocito. El depósito de vitelo ha concluido y las plaquetas vitelinas comienzan a fusionarse formado glóbulos vitelinos de diferentes tamaños (10 – 50 μm), a la vez que también se forman glóbulos lipídicos. Las envolturas envolventes del folículo no presentan variaciones respecto a las del folículo vitelado (**Figura 38 C**).

- **Folículo hidratado (h)**

El ovocito presenta el vitelo parcial a totalmente fusionado y el citoplasma se tiñe regularmente con la eosina. La zona radiata tiene un espesor de 6 a 7 μm y por debajo de ella se observan los glóbulos corticales. Debido a la perdida de agua durante la técnica histológica, adquieren un aspecto estrellado al retraerse al interior del folículo. El folículo es esférico y tiene un diámetro comprendido entre 1300 – 1650 μm (**Figura 38 D**).

- **Folículo postovulatorio (fp)**

Este folículo aparece en el ovario después de la ovulación y está formado por la envoltura tecal del folículo hidratado. El folículo postovulatorio de menos de 24

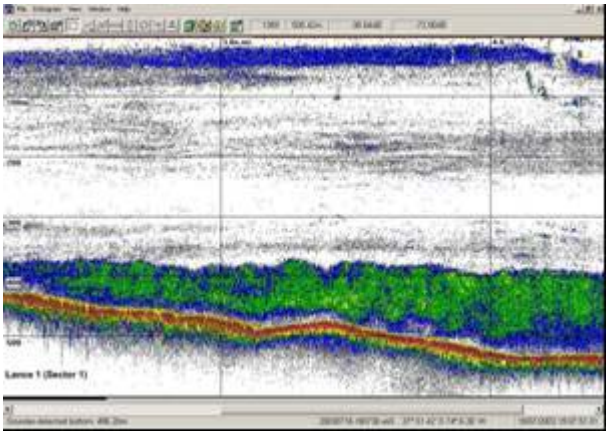
horas presenta un epitelio cúbico que limita un lúmen de aspecto estrellado en cuyo interior se distinguen sustancias y restos remanentes del folículo maduro. A medida que transcurren el tiempo, el núcleo de las células epiteliales se torna picnótico y las células comienzan a involucionar y luego son reabsorbidas por la acción de células macrófagas (**Figura 38 F**).

- **Folículo atrésico (a)**

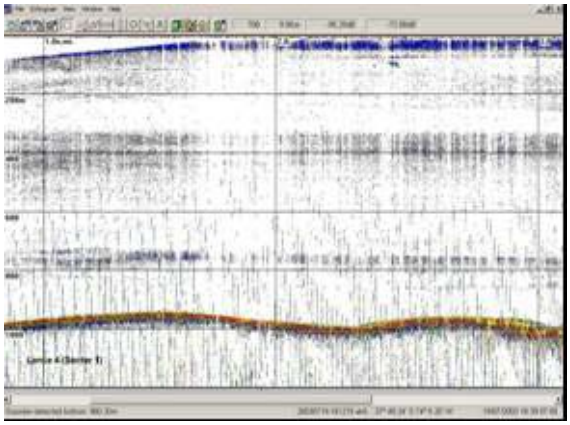
Corresponde al ovocito que en un algún momento detiene su desarrollo sin llegar a madurar. La zona pelúcida se desagrega en parches, el vitelo se desintegra y las células foliculares se hipertrofian. Este folículo es totalmente reabsorbido por células macrófagas y en un estado final de la involución se puede confundir con folículos post ovulatorios en fase final de reabsorción (**Figura 38 G**).

A N E X O 2

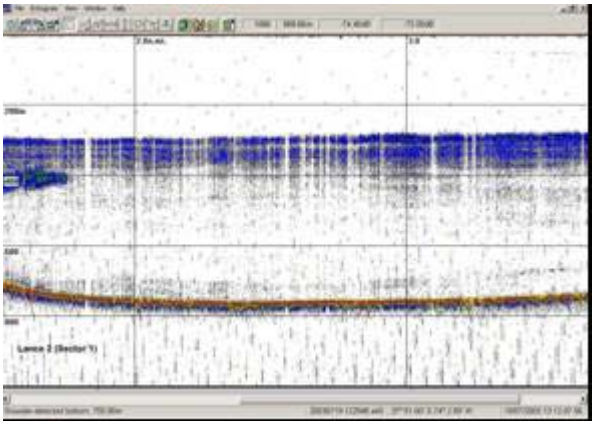
Lances de Pesca, crucero Abate Molina



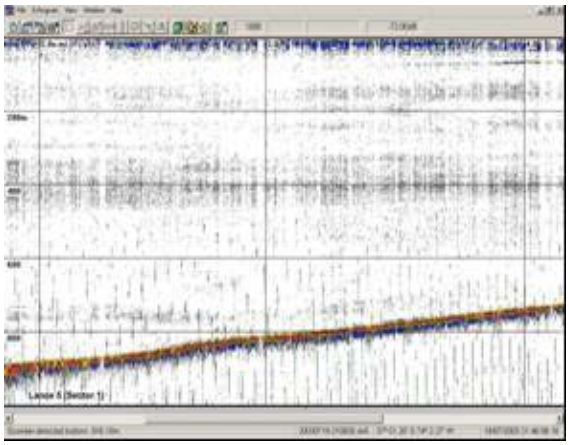
Lance 1. (37° 50,6’ S - 74° 07,7’ W)



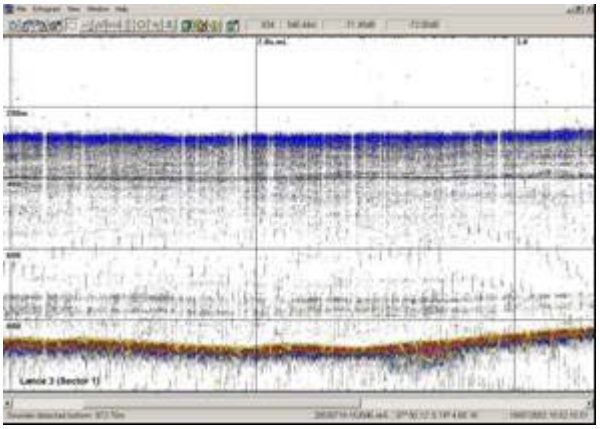
Lance 4. (37° 49,3’ S - 74° 05,9’ W)



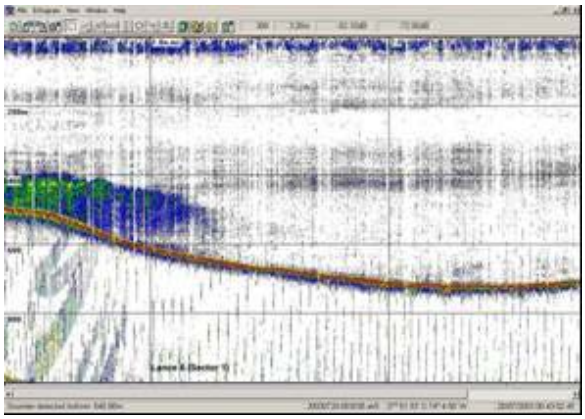
Lance 2. (37° 51,4’ S - 74° 03,4’ W)



Lance 5. (37° 51,4’S - 74° 01,0’ W)

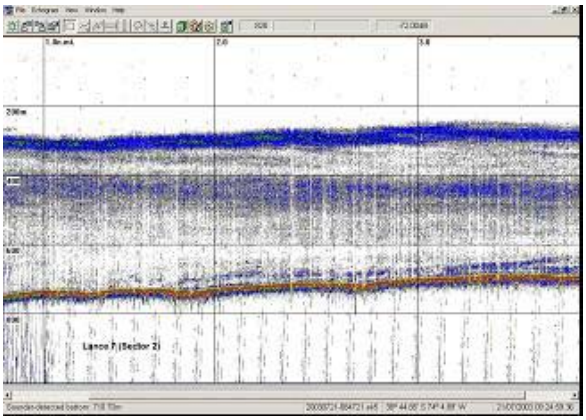


Lance 3. (37° 50,1 S - 74° 04,6’ W)

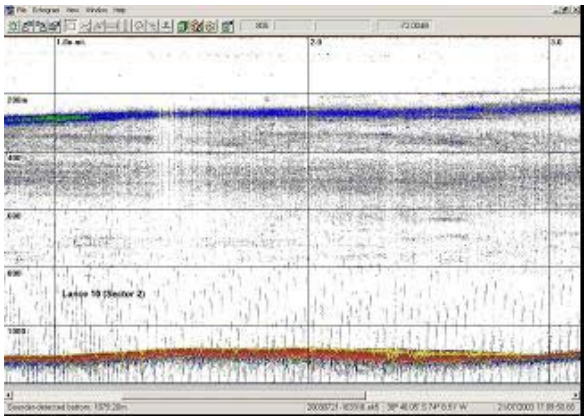


Lance 6. (37° 51,9’ S - 74°04,1’ W)

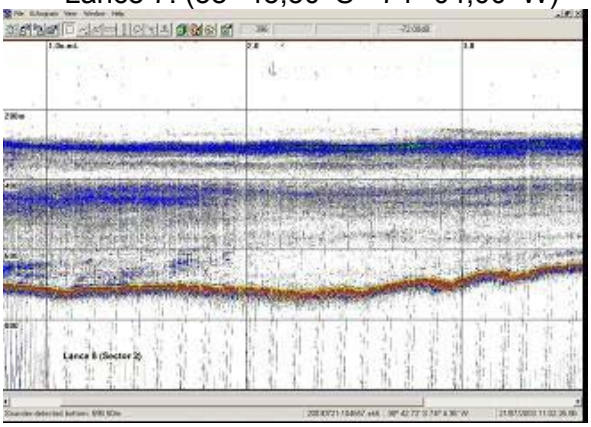
Figura 1. Lances efectuados en el sector 1 en la pesca exploratoria realizada por el buque Abate Molina, julio de 2003.



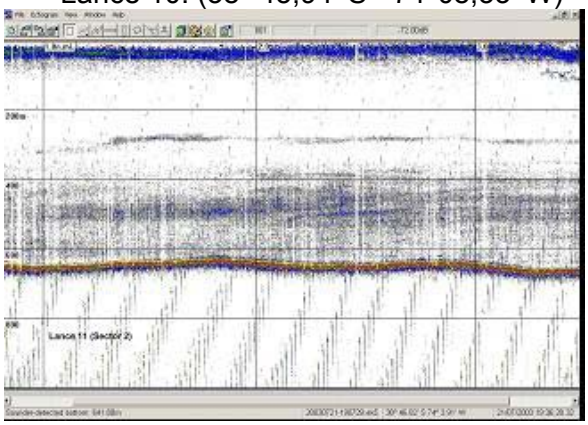
Lance 7. (38° 45,50’ S - 74° 04,00’ W)



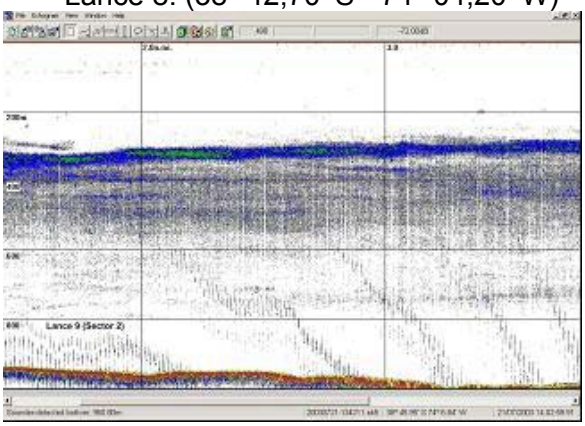
Lance 10. (38° 45,94’ S - 74°08,33’ W)



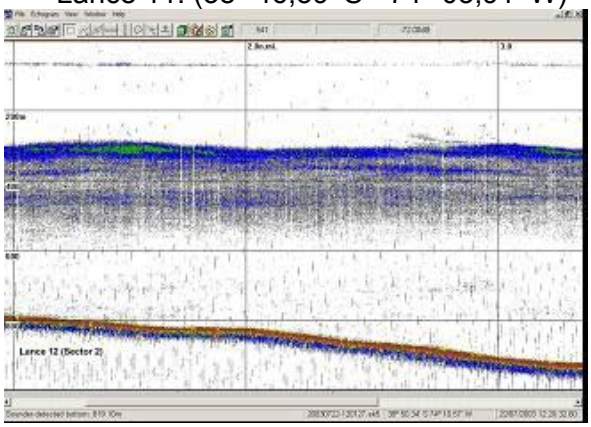
Lance 8. (38° 42,70’ S - 74° 04,20’ W)



Lance 11. (38° 46,39’ S - 74° 03,91’ W)



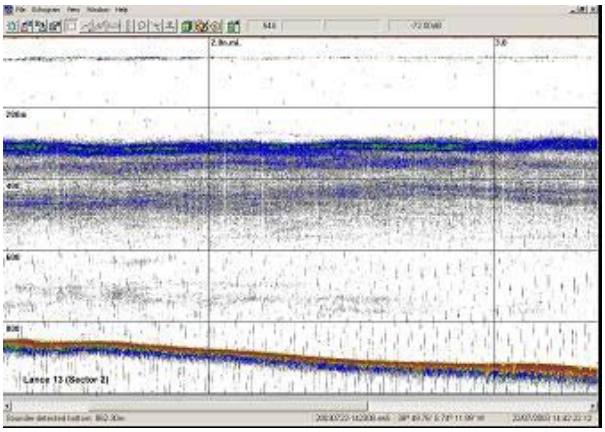
Lance 9. (38° 45,64’ S - 74° 06,52’ W)



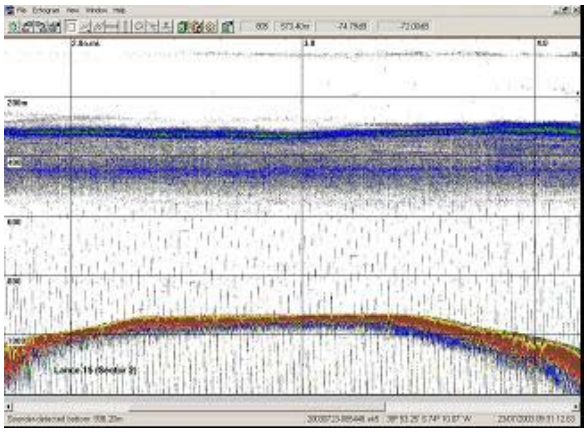
Lance 12. (38° 50,28’ S - 74° 10,55’ W)

Figura 2. Lances efectuados en el sector 2 en la pesca exploratoria realizada por el buque Abate Molina, julio de 2003.

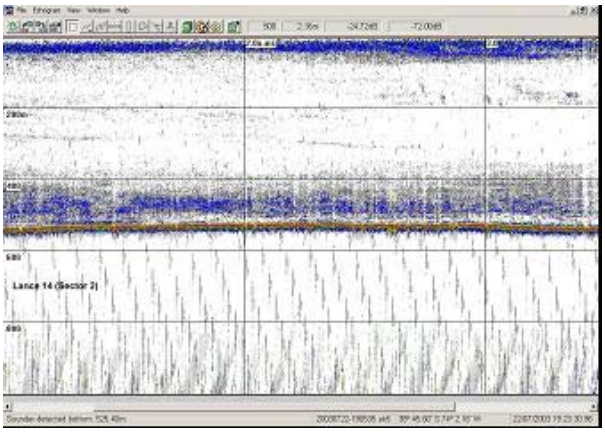
Continuación



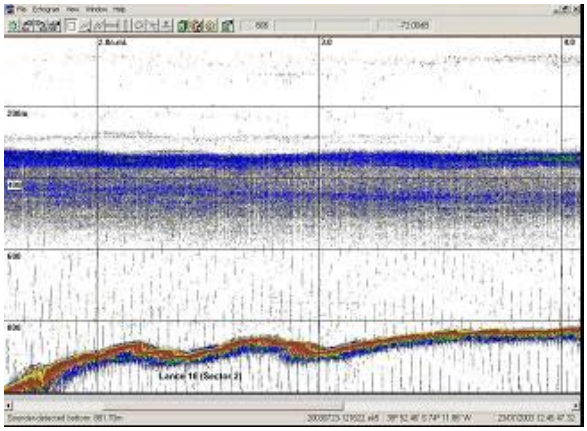
Lance 13. (38° 49,59’ S - 74° 11,74’ W)



Lance 15. (38° 53,11’ S - 74° 09,13’ W)

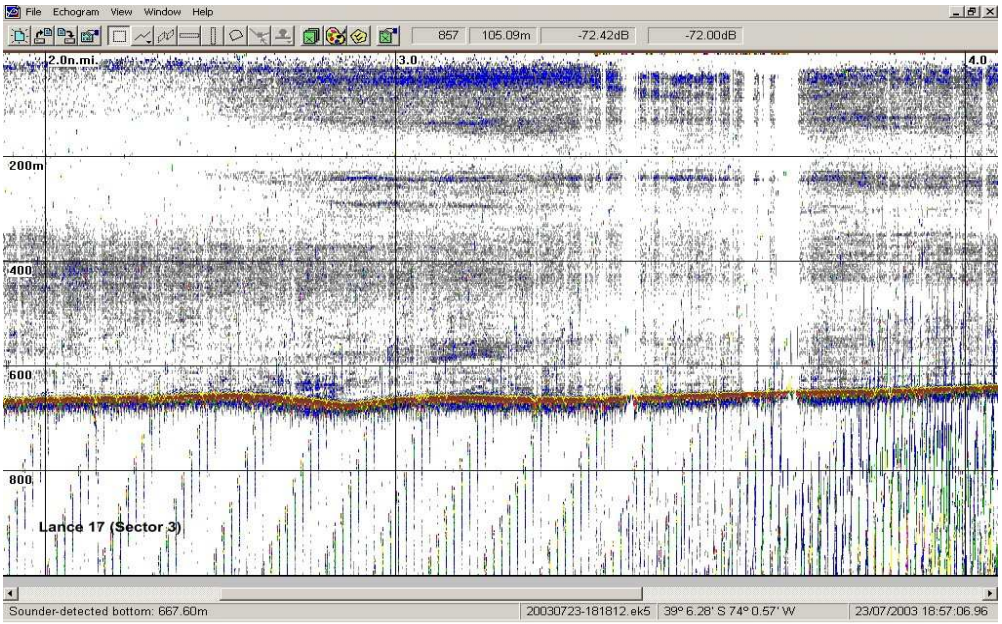


Lance 14. (38° 45,69’ S - 74° 02,15’ W)

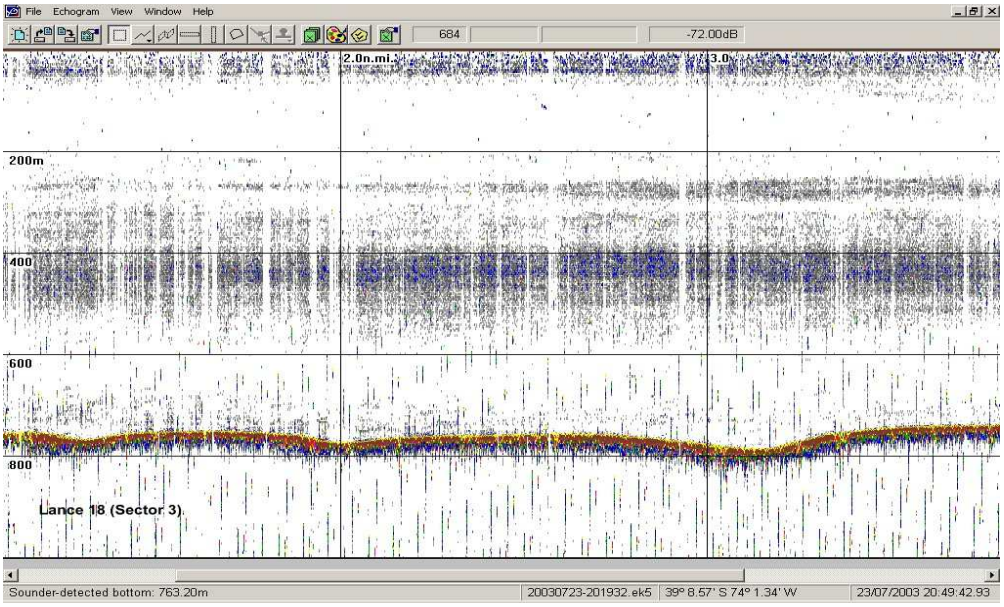


Lance 16. (38° 52,46’ S - 74° 10,80’ W)

Figura 2. Lances efectuados en el sector 2 en la pesca exploratoria realizada por el buque Abate Molina, julio de 2003.

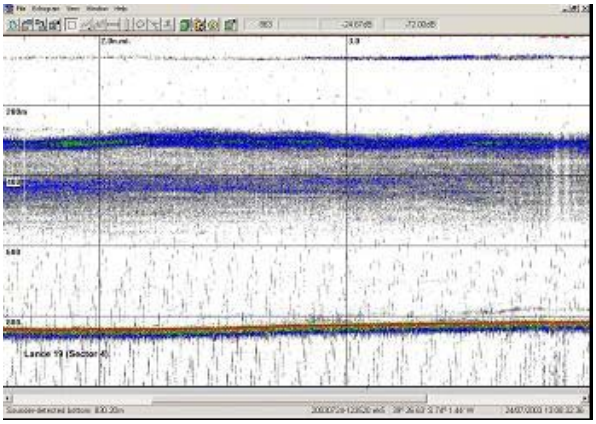


Lance 17. (39° 07,20’ S - 74° 00,43’ W)

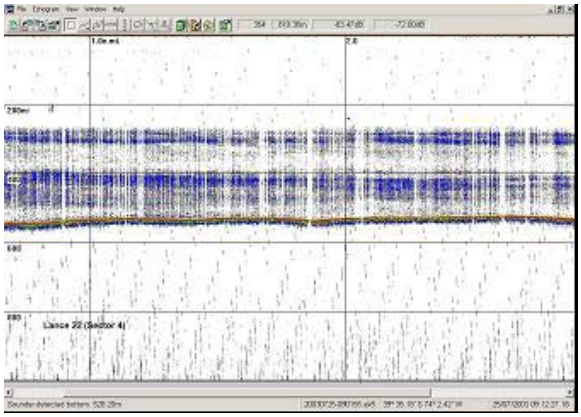


Lance 18. (39° 08,54’ S - 74° 01,33’ W

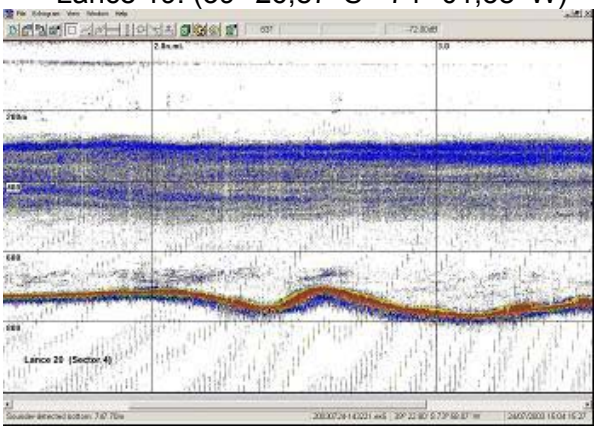
Figura 3. Lances efectuados en el sector 3 en la pesca exploratoria realizada por el buque Abate Molina, julio de 2003.



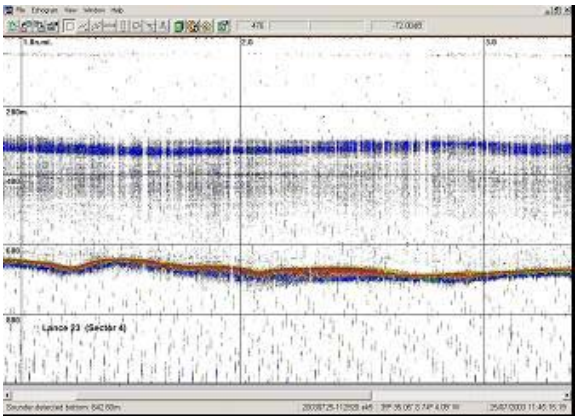
Lance 19. (39° 26,87’ S - 74° 01,58’ W)



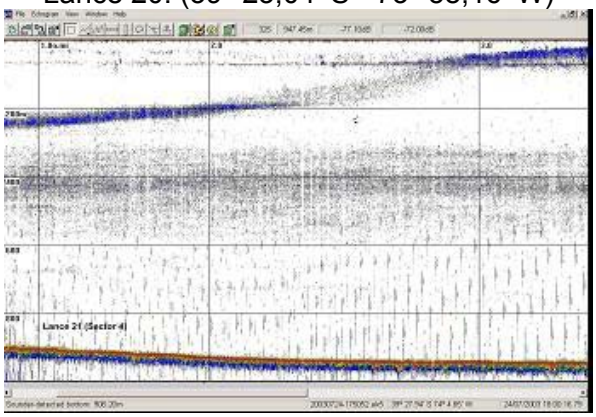
Lance 22. (39° 35,12’ S - 74° 02,41’ W)



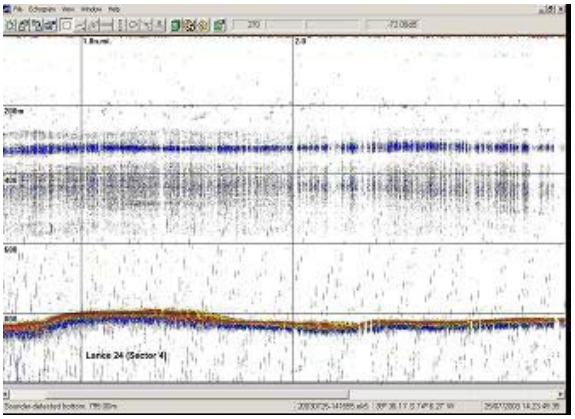
Lance 20. (39° 23,04’ S - 73° 58,16’ W)



Lance 23. (39° 34,65’ S - 74° 04,00’ W)

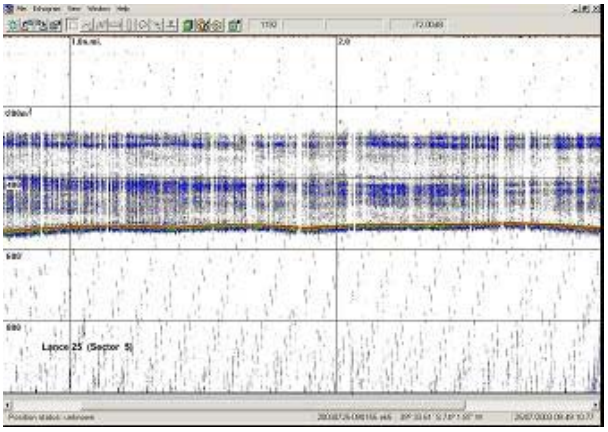


Lance 21. (39° 26,67’ S - 74° 04,28’ W)

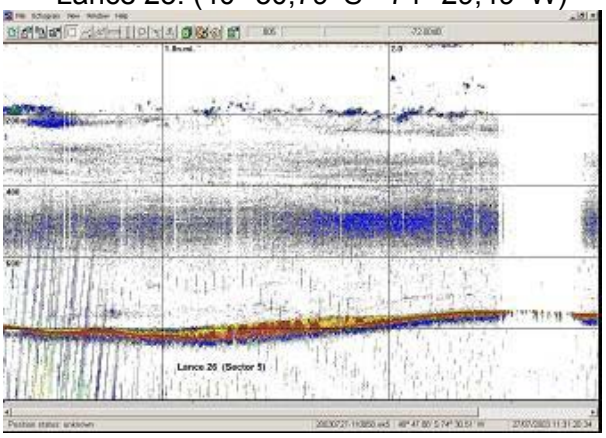


Lance 24. (39° 35,25’ S - 74° 06,11’ W)

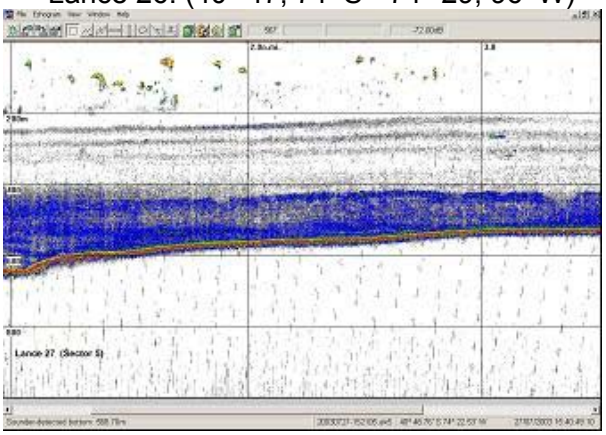
Figura 4. Lances efectuados en el sector 4 en la pesca exploratoria realizada por el buque Abate Molina, julio de 2003.



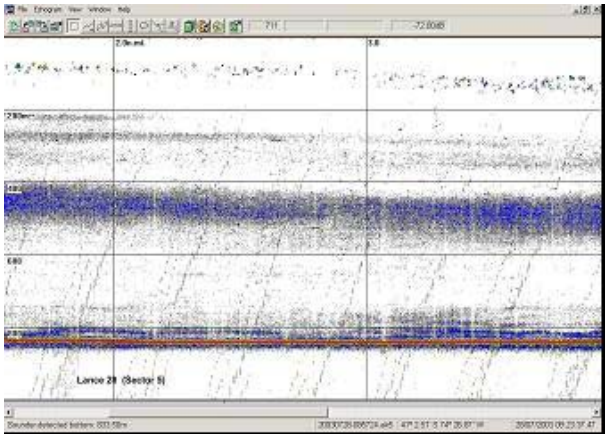
Lance 25. (40° 50,79’ S - 74° 29,49’ W)



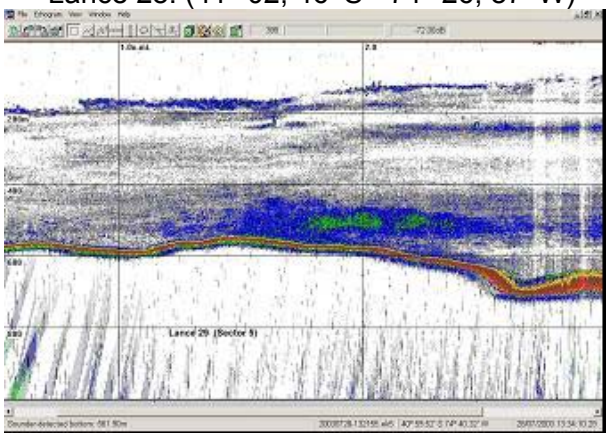
Lance 26. (40° 47, 71’ S - 74° 29, 96’ W)



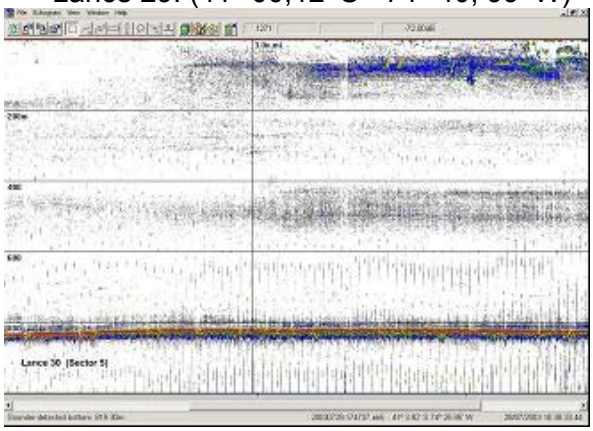
Lance 27. (40° 48, 88’ S - 74° 22, 50’ W)



Lance 28. (41° 02, 46’ S - 74° 26, 87’ W)



Lance 29. (41° 00,12’ S - 74° 40, 99’ W)



Lance 30. (41° 02,75’ S - 74° 25, 77’ W)

Figura 5. Lances efectuados en el sector 5 en la pesca exploratoria realizada por el buque Abate Molina, julio de 2003.

A N E X O 3

Glosario de términos de identificación de montes submarinos

ANEXO 3

Glosario de términos de identificación de montes submarinos

JF Área de Juan Fernández

JF1 Monte 1 localizado en el área de Juan Fernández, entre los 33,5° - 33,8°S y 78,2° -78,8°W.

JF2 Monte 2 localizado en el área de Juan Fernández, entre los 33,4° - 33,7°S y 77,5° -77,9°W.

JF3 Monte 3 localizado en el área de Juan Fernández, entre los 33,3° - 33,5°S y 77,35° -77,5°W.

JF4 Monte 4 localizado en el área de Juan Fernández, entre los 33,2° - 33,6°S y 76,4° -77,0°W.

JF5 Monte 5 localizado en el área de Juan Fernández, entre los 33,7° - 33,75°S y 79,58° -79,64°W.

BO Área de Bajo O´Higgins

BO1 Monte 1 localizado en el área de Bajo O´Higgins, entre los 32,86° - 33,0°S y 73,84° -73,96°W.

BO2 Monte 1 localizado en el área de Bajo O´Higgins, entre los 32,8° - 32,87°S y 73,6° -73,7°W.

PSI Área de Punta Sierra, corresponde a un monte localizado entre los 31,1° - 31,3°S y 71,7° -71,9°W.

A N E X O 4

Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico en horas/hombre por actividad

ANEXO 4

Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico en horas/hombre por actividad

Objetivo General

Personal Participante	ACTIVIDAD				Total
	Recopilación datos/información	Procesamiento de datos	Análisis de los datos	Elaboración de Informe	
Zaida Young	75	170	225	145	615
Roberto Bahamonde	140	120	70	50	380
M. Isabel Ortego	20	70	80	50	220
Ricardo Arancibia	0	105	50	0	155
Jaime Rivera	0	100	80	45	225
Héctor González	60	220	40	0	320
Renzo Tascheri	30	90	100	80	300
Jorge Oliva	30	50	60	30	170
Eduardo Díaz	40	670	72	40	822
Alberto Olivares	0	30	70	30	130
Yasna Muñoz	0	190	60	40	290
Sergio Barraza	0	1.800	0	0	1.800
Manuel Rojas	130	90	50	0	270
Robert Bello	190	0	0	0	190
Muestreadores	7.010	0	0	0	7.010
TOTAL	**7.725**	**3.705**	**957**	**510**	**12.897**

Objetivo específico 1

Personal Participante	ACTIVIDAD				Total
	Recopilación datos/información	Procesamiento de datos	Análisis de los datos	Elaboración de Informe	
Zaida Young	30	80	90	40	240
Roberto Bahamonde		40	30	10	80
M. Isabel Ortego	20	70	80	50	220
Ricardo Arancibia		105	50		155
Jaime Rivera		100	80	45	225
Héctor González	30	130			160
TOTAL	**80**	**525**	**330**	**145**	**1.080**

Objetivo específico 2

Personal Participante	ACTIVIDAD				Total
	Recopilación datos/información	Procesamiento de datos	Análisis de los datos	Elaboración de Informe	
Zaida Young	20	70	90	50	230
Renzo Tascheri	10	40	60	40	150
Héctor González	30	90	40		160
Muestreadores	7.010				7.010
TOTAL	**7.070**	**200**	**190**	**90**	**7.550**

Objetivo específico 3

Personal Participante	ACTIVIDAD				Total
	Recopilación datos/información	Procesamiento de datos	Análisis de los datos	Elaboración de Informe	
Zaida Young	25	20	30	30	105
Renzo Tascheri	20	50	40	40	150
Jorge Oliva	30	50	60	30	170
Eduardo Díaz	40	670	72	40	822
Alberto Olivares		30	70	30	130
Yasna Muñoz		190	60	40	290
Sergio Barraza		1.800			1.800
TOTAL	**115**	**2.810**	**332**	**210**	**3.467**

Objetivo específico 4

Personal Participante	ACTIVIDAD				Total
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de los datos	Elaboración de Informe	
Zaida Young			15	25	40
Roberto Bahamonde	140	80	40	40	300
Manuel Rojas	130	90	50		270
Robert Bello	190				190
TOTAL	**460**	**170**	**105**	**65**	**800**

A N E X O 5

Informe Final en PDF

FONDO INVESTIGACION PESQUERA

Monitoreo y prospección de orange roughy, año 2001

FIP Nº 2001-04

Sección Documentación,
Difusión y Biblioteca

IFOP
Valparaíso
Chile