



INFORME FINAL

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

FIP Nº 99 - 05

**Estudio biológico - pesquero
del recurso orange roughy**

noviembre

2 0 0 0

REQUIRENTE:

CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA - CIP
Presidente del Consejo: DANIEL ALBARRAN RUIZ-CLAVIJO

EJECUTOR:

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - IFOP
Directora Ejecutivo (S): SERGIO AVILES GOYCOOLEA



JEFE DE PROYECTO:

ZAIDA YOUNG U.

AUTORES:

**ZAIDA YOUNG
FERNANDO BALBONTIN
JAIME RIVERA
M. ISABEL ORTEGO
RENZO TASCHERI
MANUEL ROJAS
SERGIO LILLO**

COLABORADORES:

**JOSÉ MERINO
FREDDY SEPÚLVEDA
JURGEN CONTRERAS
HÉCTOR GONZÁLEZ**



RESUMEN EJECUTIVO

En el proyecto FIP N° 99-05 “Estudio biológico-pesquero del recurso orange roughy” se realizó un análisis biológico-pesquero de este recurso basado en el monitoreo de la actividad extractiva que se desarrolló en 1999 y además, se prospectaron nuevos caladeros de pesca.

Durante la temporada de pesca de orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) se observó una actividad intermitente de la flota hasta junio, sólo a partir de fines de julio se desarrolló una operación más sistemática en la pesquería que se extendió hasta octubre. Se registró la operación de ocho embarcaciones hieleras, de las cuales cuatro operaron con base en Talcahuano y las cuatro restantes lo hicieron con base en Puerto Chacabuco.

El número de viajes fue bastante variable, fluctuando entre uno y siete viajes por embarcación, con una duración promedio entre 7,5 y 16,5 días para la flota de Talcahuano y Puerto Chacabuco, respectivamente.

De las bitácoras analizadas se tuvo un registro de captura de 731 toneladas de orange roughy; sin embargo, las estadísticas oficiales registran 775 toneladas, lo que representa el 52% de la cuota global vigente en 1999. Cuatro embarcaciones fueron las que concentraron la mayor captura durante la actual temporada de pesca, registrando un promedio para el período de 148 toneladas por embarcación.

Esta captura provino básicamente de las agregaciones reproductivas que se localizaron en el área del Archipiélago de Juan Fernández, aún cuando del orden de un 17% de la captura fue reportada fuera de esta área. De los cuatro montes submarinos, donde se detectó el recurso en el Archipiélago durante la pesca de



prospección, el monte JF4 fue el más importante con el 33,4% de la captura, equivalente a 245 toneladas. En una escala temporal se observa que las capturas se centraron en cuatro meses, julio a octubre, con una mayor concentración de éstas en agosto, mes donde se capturó el 67,2% del orange roughy (491 toneladas).

El segundo recurso de importancia fue el alfonsino (*Beryx splendens*), con un registro alto de captura, 725 toneladas, sobre todo si se tiene en consideración que como fauna acompañante de la captura de orange roughy aparece en niveles bajos. Esta situación se debe a que las embarcaciones orientaron parte del esfuerzo a la captura de este recurso con redes de mediagua.

El tiempo de arrastre por lance presentó una gran variabilidad, que fluctuó entre 1 y 100 minutos de duración, ubicándose alrededor del 50 por ciento de los lances en un período inferior o igual a 18 minutos. Esta alta variabilidad se puede atribuir, además del proceso de aprendizaje de los pescadores sobre el comportamiento de este recurso, al hecho que en algunas bitácoras se está registrando el tiempo que la red permanece en el agua y en otras, el tiempo efectivo de pesca. Esta situación dificulta la estimación del esfuerzo de pesca efectivo en esta pesquería.

En los lances orientados a orange roughy se estimó un esfuerzo global equivalente a 238 horas de arrastre. Este valor estaría sobredimensionado ya que en las bitácoras, como se indicó en el párrafo anterior, muchas veces se reporta el tiempo desde que se cala la red hasta el momento que se vira, que no necesariamente corresponde al tiempo efectivo de arrastre.

Los rendimientos por lance de pesca fluctuaron entre 0 y 31 toneladas, con un promedio de 1,5 toneladas. Es importante señalar que se registró un alto porcentaje de lances sin captura. El índice de rendimiento por 30 minutos de arrastre, a nivel de embarcación fluctuó en promedio entre 0,3 y 3,6 toneladas.



Un análisis químico de los dos principales recursos capturados indica que éstos presentan un alto contenido de proteína (17-18%) y un porcentaje de lípidos que califica al orange roughy como una especie semi-grasa y al alfonsino como especie grasa.

Dentro del desarrollo del proyecto se realizó un estudio orientado a evaluar los cambios de calidad que experimenta el recurso durante su pesca y transporte a los centros de procesamiento. Se observó algunos problemas en el manejo del orange roughy sobre cubierta, particularmente cuando se obtienen grandes capturas, debido al tipo de escama que posee y que dificulta el desplazamiento de la pesca una vez abierto el copo, siendo necesario un tiempo prolongado de manipulación de la captura, antes de aplicar el sistema de enfriamiento, lo que incide directamente en la calidad y vida útil del recurso y también en la duración de los cruceros de pesca.

Se realizó una experiencia de mantención en hielo de pescado entero (forma en que se almacena actualmente el orange roughy) y HG a bordo. Los análisis sensoriales entregaron buenos resultados que fueron ratificados con los análisis químicos y microbiológicos, observándose una leve pérdida de calidad del pescado entero a contar del octavo día y en el caso del pescado HG, a partir del noveno día de almacenamiento. Además, se concluye que el recurso alfonsino, es más resistente que el orange roughy.

En cuanto a la producción de orange roughy en el país existe poca información. En 1997, SERNAPESCA no registra estadística de producción; sin embargo, en ese año se exportó este recurso rotulado como chancharro. Para 1998 la cifra oficial de producción alcanza a 41 toneladas y para 1999 a 226 toneladas. El orange roughy se elaboró principalmente como filete congelado, sin piel y sin espinas.

El principal mercado de destino para la producción chilena lo constituye Estados Unidos, país que también absorbe parte importante de la producción de Nueva



Zelanda. De acuerdo a la información del Servicio Nacional de Aduanas en 1999 se exportaron 197 toneladas de orange roughy, por un valor FOB igual a 2,1 millones dólares. En 1997 se exportaron 51 toneladas por un valor de 321 mil dólares. El precio promedio de transacción alcanzado por Chile en 1999 fue de US\$ 10,7 el kilo.

La composición de tamaño de la captura de orange roughy en 1999 presentó una amplitud que fluctuó entre los 26 y 57 centímetros de longitud horquilla, pero sólo a partir de los 30 cm comienza a aparecer en forma continua en la captura. La talla promedio fue 44 cm sin diferenciar por sexo. Las distribuciones de tamaño entre sexo son diferentes, y al igual que en otras especies demersales, las hembras de orange roughy alcanzaron un tamaño mayor. La casi totalidad de los peces se encontraban maduros, teniendo en consideración que la talla de primera madurez estimada para esta especie está alrededor de los 35 cm de longitud horquilla.

La distribución de tamaños del alfonsino es claramente polimodal y presenta una amplitud de tallas que fluctúa entre los 19 y 50 cm de longitud horquilla. En arrastre de mediagua los ejemplares capturados fueron de menor tamaño, la talla promedio fue de 31 cm., sin diferenciar por sexo, frente a los 37 cm. estimado en arrastre de fondo. Las hembras alcanzaron un tamaño mayor, al igual que en el orange roughy.

Los ejemplares capturados correspondieron tanto a la fracción juvenil como adulta de la población. En arrastre de mediagua, donde se obtuvo la mayor captura, se estimó que el 78% de los machos y el 59% de las hembras eran juveniles. En tanto, en arrastre de fondo la proporción de juveniles disminuye sustantivamente, se estimó que esta fracción en machos estaba alrededor del 20% y en hembras en el 9%.

La proporción sexual de orange roughy estimada para la captura total estuvo en una relación cercana a 1:1, con un leve predominio de los machos. No obstante, la proporción de sexo por lance de pesca presentó una gran variabilidad, incluso con



lances donde sólo apareció representado un sexo, lo que indica que existe una segregación por sexo al interior de las áreas de desove. En lo que respecta al alfonsino, la proporción sexual estimada para la captura total estuvo en una relación cercana a 1,12 : 1, a favor de las hembras.

La amplitud de peso en el orange roughy fluctuó entre los 400 y 4.200 gramos por ejemplar, con un peso promedio cercano a los 1900 gramos. Las hembras presentaron pesos máximos y promedios más altos, asociado a los mayores tamaños que éstas alcanzan en comparación con los machos.

El estudio histológico y el análisis de distribución de frecuencia de diámetros de los ovocitos presentes en ovarios en diferentes estadios de madurez sexual, permitió caracterizar el proceso de maduración ovárica del orange roughy . En hembras en desove, se detectó un grupo de ovocitos de gran tamaño (1,80-2,25 mm), que corresponde a ovocitos hidratados que están listos para ser desovados. Este grupo de ovocitos se separa del resto de los ovocitos y su número corresponde a la fecundidad de las hembras.

Un grupo de ovocitos de pequeño tamaño está presente en el ovario durante todo el ciclo, incluso en ovarios desovados. De este grupo, los que presentan vitelogénesis endógena darían origen a la población de ovocitos que serán desovados en la siguiente fase de maduración ovárica. Las características descritas corresponden a un tipo de desove total, isocronal. El conjunto de observaciones de las gónadas, permitió diseñar una escala apreciativa de la madurez sexual del orange roughy compuesta de 5 estadios, la que incluye descriptores de carácter diagnóstico que pueden reconocerse en terreno.

El proceso de desove del orange roughy no presentó una sincronía. Muestras de fines de julio y comienzos de agosto correspondieron mayoritariamente a ejemplares



desovados. Otras muestras recolectadas a mediados de agosto estaban constituidas por hembras en proceso de desove o desovadas. Las muestras de septiembre y octubre correspondieron mayoritariamente a ejemplares en maduración que inician un nuevo ciclo reproductivo. Los datos indican que el desove se produce desde julio a mediados de agosto. Estos resultados son coincidentes con estudios realizados en Australia y Nueva Zelanda que estiman la época de desove del orange roughy a mediados de invierno.

La fecundidad promedio fue de 59805 (d.s.: 23336). La fecundidad relativa promedio calculada para los caladeros JF1 y JF3 no presentó diferencias estadísticamente significativas y se estimó en 20941 ovocitos (d.s.: 6549). Estos valores son comparables a los estimados en áreas de pesca de Australia y Nueva Zelanda.

La talla 50% de la primera madurez sexual sólo se pudo determinar en machos, ya que en el muestreo de gónadas no se registraron hembras inmaduras. El resultado de la ecuación logística entregó una talla al 50% para los machos de 35,1 cm de longitud de horquilla. En el caso de las hembras, el ejemplar más pequeño en maduración midió 30 cm LH.

Durante este estudio se realizaron dos prospecciones que cubrieron entre los paralelos 24° y 32° L.S., en esta área se exploraron y realizaron levantamientos batimétricos de 9 montes submarinos. Además, se efectuaron 15 lances de pesca y 8 estaciones oceanográficas. En general los fondos fueron muy accidentados y duros con pendientes muy irregulares, lo cual influyó en que la mayoría de los lances trabaran en el fondo. En general las capturas fueron bajas y no se registró la presencia de orange roughy ni tampoco de alfonsino. La zona de la cordillera de Nazca donde existen reportes de captura de alfonsino, prácticamente no fue prospectada, debido a que la nave tuvo un desperfecto lo que obligó a suspender el crucero.



INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO -----	i
INDICE GENERAL -----	vii
INDICE DE TABLAS -----	ix
INDICE DE FIGURAS -----	xiii
1. INTRODUCCIÓN -----	1
2. OBJETIVO GENERAL -----	5
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS -----	5
4. MATERIALES Y MÉTODOS -----	7
5. RESULTADOS -----	19
6. DISCUSIÓN -----	55
7. CONCLUSIONES -----	65
8. BIBLIOGRAFÍA -----	69
TABLAS	
FIGURAS	



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



INDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Número de muestras de orange roughy analizadas por mes y por caladero, en el estudio reproductivo.
- Tabla 2.** Características de las embarcaciones que operaron en la pesquería de orange roughy en 1999.
- Tabla 3.** Número de viajes, captura de orange roughy, esfuerzo y rendimiento de pesca, por barco. Monitoreo de la Pesquería, 1999.
- Tabla 4 .** Captura (Kg) de orange roughy por zona de pesca y mes. Monitoreo de la Pesquería, 1999.
- Tabla 5.** Captura (Kg.) reportada en la bitácoras de pesca en la pesquería de orange roughy, por especie y zona de pesca. Monitoreo, 1999.
- Tabla 6 .** Esfuerzo de pesca (horas) orientado a la captura de orange roughy, por zona de pesca y mes. Monitoreo de la Pesquería, 1999.
- Tabla 7 .** Captura (t.) de orange roughy y esfuerzo de pesca (horas arrastre) por estrato de profundidad (metros). Monitoreo de la Pesquería, 1999.
- Tabla 8 .** Distribución porcentual de las capturas de orange roughy por zona de pesca y estrato de profundidad (metros). Monitoreo de la Pesquería, 1999.
- Tabla 9 .** Distribución porcentual del esfuerzo por zona de pesca y estrato de profundidad (metros). Monitoreo de la Pesquería, 1999
- Tabla 10.** Número de viajes, captura de alfonsino, esfuerzo y rendimiento de pesca, por barco. Monitoreo de la Pesquería, 1999.
- Tabla 11.** Captura (Kg.) de alfonsino por zona de pesca y mes. Monitoreo de la Pesquería, 1999.
- Tabla 12.** Captura (t.) de alfonsino y esfuerzo de pesca (horas arrastre) por estrato de profundidad (metros). Monitoreo de la Pesquería, 1999.



- Tabla 13.** Distribución porcentual de las capturas de alfonsino por zona de pesca y estrato de profundidad (metros). Monitoreo de la Pesquería, 1999.
- Tabla 14.** Evaluación organoléptica de una muestra de orange roughy y alfonsino capturado con redes de arrastre y almacenado en hielo como pescado entero y H.G.
- Tabla 15.** Análisis proximal del orange roughy y alfonsino.
- Tabla 16.** Análisis de total de bases volátiles (mg NBVT/100 g.), en muestras de pescado entero y HG. de orange roughy, por días de almacenamiento.
- Tabla 17.** Análisis microbiológico de las muestras de pescado entero y HG. de orange roughy, por días de almacenamiento.
- Tabla 18.** Análisis de total de bases volátiles (mg NBVT/100 g.), en muestras de pescado entero y HG. de alfonsino, por días de almacenamiento.
- Tabla 19.** Diagrama de flujo productos elaborados a partir de orange roughy.
- Tabla 20.** Estándares de calidad utilizados en orange roughy y que están basados en las "Normas nacionales generales para productos pesqueros".
- Tabla 21.** Captura mundial de orange roughy, por país. Período 1992 a 1997.
- Tabla 22.** Calibración de filetes congelados de orange roughy, sin piel y sin espinas (<http://www.seafood.co.nz>, 1996).
- Tabla 23.** Exportaciones chilenas de orange roughy congelado. 1997 y 1999.
- Tabla 24.** Clasificación de las exportaciones chilenas de orange roughy, por calibre, según empresas exportadoras. 1999.
- Tabla 25.** Exportaciones totales de orange roughy efectuadas por Nueva Zelanda. Período 1992 a 1999.
- Tabla 26.** Valores de exportaciones de orange roughy fresco-refrigerado/vivo (MUS\$ FOB) efectuadas por Nueva Zelanda, según principales países de destino. Período 1995 a 1998.



- Tabla 27.** Valores de exportaciones de orange roughy congelado (MUS\$ FOB) efectuadas por Nueva Zelanda, según principales países de destino. Período 1995 a 1998.
- Tabla 28.** Importaciones de filetes congelados de orange roughy efectuadas por Estados Unidos, según país de origen. Período 1995 a 1999.
- Tabla 29.** Precios mensuales (US\$/kg) de filetes de orange roughy congelado importado por Estados Unidos, según calibre. Período 1997 a 1999.
- Tabla 30.** Números de ejemplares de orange roughy medidos en el muestreo de longitud, por sexo y zona de pesca. Area de Juan Fernández, 1999.
- Tabla 31.** Indicadores estadísticos de la composición de longitudes de las capturas de orange roughy, por sexo. Area de Juan Fernández, 1999
- Tabla 32.** Longitud de horquilla promedio de la captura orange roughy, por sexo y mes. Area de Juan Fernández, 1999.
- Tabla 33.** Indicadores estadísticos de la composición de longitudes de las capturas de orange roughy, por zona de pesca y sexo. Area de Juan Fernández, 1999.
- Tabla 34.** Indicadores estadísticos de la composición de longitudes de las capturas de alfonsino, por sexo. Arrastre de mediagua, área de Juan Fernández, 1999.
- Tabla 35.** Indicadores estadísticos de la composición de longitudes de las capturas de alfonsino, por sexo. Arrastre de fondo, Area de Juan Fernández, 1999
- Tabla 36.** Parámetros de la relación longitud horquilla (cm.) peso total (g.) de orange roughy. Area Juan Fernández, 1999.
- Tabla 37.** Indicadores estadísticos de la composición en peso de las capturas de orange roughy, por sexo. Area de Juan Fernández, 1999.
- Tabla 38.** Indicadores estadísticos de la composición en peso de las capturas de alfonsino, por sexo. Arrastre mediagua, área de Juan Fernández, 1999.



- Tabla 39.** Indicadores estadísticos de la composición en peso de las capturas de alfonsino, por sexo. Arrastre de fondo, área de Juan Fernández, 1999.
- Tabla 40.** Parámetros de la relación longitud horquilla (cm.) peso total (g.) de alfonsino. Area Juan Fernández, 1999.
- Tabla 41.** Escala macroscópica para determinar el estadio de madurez sexual de hembras de orange roughy.
- Tabla 42.** Escala macroscópica para determinar el estadio de madurez sexual de machos de orange roughy.
- Tabla 43.** Caracterización histomorfológica de los estados de madurez sexual de hembras de orange roughy.
- Tabla 44.** Caracterización histomorfológica de los estados de madurez sexual de machos de orange roughy.
- Tabla 45.** Talla mínima de las hembras de orange roughy sexualmente maduras obtenidas durante los muestreos.
- Tabla 46.** Captura obtenida en el lance de pesca realizado área 25° 44,5' L.S; .
- Tabla 47.** Captura obtenida en el lance de pesca realizado área 25° 24,5' L.S; 81° 47.9' L.W, por especie.
- Tabla 48.** Captura obtenida en los lances de pesca realizados en el monte localizado frente a Punta Sierra (31°11' LS 71°49' L.W), por especie y lance (Lance 1 a 4: red de fondo; lance 5 a 7: red de mediagua).
- Tabla 49.** Indicadores estadísticos de la distribución de tamaño de la captura de merluza de cola en el monte localizado frente a Pta Sierra.
- Tabla 50.** Indicadores estadísticos de la distribución de tamaño de la captura de reineta en el monte localizado frente a Pta Sierra.



INDICE DE FIGURAS

- Fig. 1.** Localización de los montes submarinos donde se concentró la operación de la flota que operó en la pesquería de orange roughy, durante 1999 (%: representa la proporción de captura).
- Fig. 2.** Capturas de orange roughy, por mes. Monitoreo de la pesquería, 1999.
- Fig. 3.** Valores de K de una muestra de orange roughy almacenado en hielo, entero y H.G., por día.
- Fig. 4.** Países de destino de las exportaciones chilenas de filete congelado de orange roughy, por año.
- Fig. 5.** Precio promedio de las importaciones de congelados de orange roughy a Estados Unidos, según país de origen.
- Fig. 6.** Distribución de longitudes de la captura de orange roughy, por sexo. Area de Juan Fernández, 1999.
- Fig. 7.** Distribución de longitudes de la captura de Orange roughy, por mes. Area de Juan Fernández, 1999.
- Fig. 8.** Boxplot de la distribución de longitudes de la captura de orange roughy por mes y zona de pesca. Area de Juan Fernández, 1999.
- Fig. 9.** Boxplot de la distribución de longitudes de la captura de orange roughy por zona de pesca y estrato de profundidad (s/i: sin dato de zona o profundidad). Area de Juan Fernández, 1999.
- Fig. 10.** Distribución de longitudes de la captura de Alfonsino, por tipo de red. Area de Juan Fernández, 1999.
- Fig. 11.** Distribución de longitudes de la captura de Alfonsino, por tipo de red y sexo. Area de Juan Fernández, 1999.
- Fig. 12.** Proporción sexual en la captura de orange roughy, por tamaño de longitud. Area Juan Fernández, 1999.



- Fig. 13.** Proporción sexual en la captura de Alfonsino, por tamaño de longitud. Arrastre de mediagua, área Juan Fernández, 1999.
- Fig. 14.** Relación longitud de horquilla y peso total de orange roughy, por sexo. Area Juan Fernández, 1999.
- Fig. 15.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en maduración de orange roughy capturado en febrero de 1999. op, ovocito parcialmente vitelado; i, ovocito inmaduro; v, ovocito vesiculoso; punta de flecha, zona radiata. 4x.
- Fig. 16.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en maduración de orange roughy capturado en febrero de 1999. op, ovocito parcialmente vitelado; v, ovocito vesiculoso. 10x.
- Fig. 17.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario maduro de orange roughy capturado en febrero de 1999. ov, ovocito vitelado. 4x.
- Fig. 18.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario maduro de orange roughy capturado en junio de 1999. ov, ovocito vitelado; punta de flecha, zona radiata; cabeza de flecha, folículo tecal; punto, gota lipídica. 10x.
- Fig. 19.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en desove, en etapa de inicio de la hidratación de orange roughy capturado en agosto de 1999. Hi, ovocito en inicio de la hidratación; FPO, folículo postovulatorio. 4x.
- Fig. 20.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en desove, mostrando un folículo postovulatorio de orange roughy capturado en agosto de 1999. c, cavidad; f, células foliculares; t, células tecales. 40x.
- Fig. 21.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en desove de orange roughy capturado en agosto de 1999. H, ovocito hidratado. 4x.



- Fig. 22.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en desove de orange roughy capturado en agosto de 1999. H, ovocito hidratado; FPO, folículo postovulatorio; op, ovocito parcialmente vitelado. 4x.
- Fig. 23.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario desovado de orange roughy capturado en julio de 1999. FPO, folículo postovulatorio; or, ovocito residual; t, tabique. 4x.
- Fig. 24.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario desovado de orange roughy capturado en agosto de 1999. b, atresia beta; or, ovocito residual. 4x.
- Fig. 25.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario desovado (en regresión avanzada) de orange roughy capturado en agosto de 1999. a, atresia alfa; b, atresia beta; l, lamelas. 4x.
- Fig. 26.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un testículo inmaduro de orange roughy capturado en septiembre de 1999. Punta de flecha, espermatogonias; cabeza de flecha, espermatocitos. 40x.
- Fig. 27.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un testículo en maduración de orange roughy capturado en febrero de 1999. Punta de flecha, espermátides. 40x.
- Fig. 28.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un testículo en maduración de orange roughy capturado en febrero de 1999. Punta de flecha, espermátides; cabeza de flecha, espermatocitos. 40x.
- Fig. 29.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un testículo maduro de orange roughy capturado en junio de 1999. Punta de flecha, espermátides en diferenciación; cabeza de flecha, espermatozoides. 40x.
- Fig. 30.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un testículo en reproducción de orange roughy capturado en agosto de 1999. Punta de flecha, tabiques espermatogoniales; cabeza de flecha, espermatozoides (masa espermatozoal). 4x.



- Fig. 31.** Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un testículo evacuado de orange roughy capturado en agosto de 1999. Punta de flecha, tabiques espermatogoniales; cabeza de flecha, espermatozoides residuales. 4x.
- Fig. 32.** Distribución de frecuencias de ovocitos en submuestras de ovarios de orange roughy en diferentes estados de madurez.
- Fig. 33.** Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 3 a 5 de febrero de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF3.
- Fig. 34.** Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy, capturados el 3 y 5 de febrero de 1999. Monte JF3.
- Fig. 35.** Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 26 a 28 de junio de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF3.
- Fig. 36.** Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy, capturados el 26 de junio de 1999. Monte JF3.
- Fig. 37.** Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 25 al 30 de julio de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF2.
- Fig. 38.** Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre el 25 y 30 de julio de 1999. Monte JF2.
- Fig. 39.** Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 3 y 4 de agosto de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF1.
- Fig. 40.** Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre el 3 y 4 de agosto de 1999. Monte JF1.
- Fig. 41.** Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 4 al 6 de agosto de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF2.



- Fig. 42.** Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre el 4 y 6 de agosto de 1999. Monte JF2.
- Fig. 43.** Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 7 de agosto de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF1.
- Fig. 44.** Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados el 7 de agosto de 1999. Monte JF1.
- Fig. 45.** Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 12 al 16 de agosto de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF1.
- Fig. 46.** Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre 12 y 16 de agosto de 1999. Monte JF1.
- Fig. 47.** Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 15 al 17 de agosto de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF3.
- Fig. 48.** Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre 15 y 17 de agosto de 1999. Monte JF3.
- Fig. 49.** Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 24 al 28 de agosto de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF3.
- Fig. 50.** Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre 24 y 28 de agosto de 1999. Monte JF3.
- Fig. 51.** Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 5 al 7 de septiembre de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF1.
- Fig. 52.** Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre 5 y 7 de septiembre de 1999. Monte JF1.



- Fig. 53.** Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 10 de septiembre de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF1.
- Fig. 54.** Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados el 10 de septiembre de 1999. Monte JF1.
- Fig. 55.** Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 21 de octubre de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF1.
- Fig. 56.** Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados el 21 de octubre de 1999. Monte JF1.
- Fig. 57.** Boxplot del índice gonadosomático de orange roughy por mes y día. Monte JF1 y JF2, área de Juan Fernández, 1999.
- Fig. 58.** Boxplot del índice gonadosomático de orange roughy por mes y día. Monte JF3 y JF4, área de Juan Fernández, 1999.
- Fig. 59.** Boxplot del índice gonadosomático de alfonsino por mes. Area de Juan Fernández, 1999.
- Fig. 60.** Relación entre la fecundidad y el peso corporal en el orange roughy.
- Fig. 61.** Valores de los residuos de la relación fecundidad peso corporal en el orange roughy.
- Fig. 62.** Fecundidad relativa del orange roughy proveniente de los Montes JF1 y JF3.
- Fig. 63.** Talla 50% de la primera madurez sexual en machos de orange roughy. Los puntos corresponden a los valores observados y la curva corresponde a la ecuación estimada.
- Fig. 64.** Localización de los montes submarinos explotados durante el crucero de prospección de octubre de 1999
- Fig. 65.** Levantamiento batimétrico del monte submarino Taltal 1.



- Fig. 66.** Levantamiento batimétrico del monte submarino Taltal 2.
- Fig. 67.** Levantamiento batimétrico del monte submarino Taltal 3.
- Fig. 68.** Levantamiento batimétrico del monte submarino Taltal 4.
- Fig. 69.** Levantamiento batimétrico del monte submarino San Félix 1.
- Fig. 70.** Levantamiento batimétrico del monte submarino San Felix 3.
- Fig. 71.** Levantamiento batimétrico del monte submarino San Félix 2.
- Fig. 72.** Levantamiento batimétrico del monte submarino Nazca 1.
- Fig. 73.** Localización de los lances de pesca realizados durante el crucero de prospección, Octubre 1999.
- Fig. 74.** Temperatura, oxígeno y salinidad del agua, por estación (1: 25°27,9' S, 72°24.6' W; 2: 25°21.6' S, 72°51.39' W; 3: 25°35.5' S, 76°09.8' W).
- Fig.75.** Principales especies capturadas en Nazca 1(25°25' L.S. y 81°50' L.W.).
- Fig 76.** Distribución de tamaño de las dos principales especies capturadas en la zona de Nazca (25°25' L.S. y 81°50' L.W.).
- Fig. 77.** Características batimétricas del área investigada en el crucero de prospección realizado en septiembre del 2000.
- Fig. 78.** Levantamiento batimétrico del monte submarino localizado frente a Punta Sierra.
- Fig. 79.** Temperatura, Oxígeno y Salinidad del agua en el monte localizado frente a Pta Sierra, por estación [1: 31°10'S; 71°47'W; 2: 31°09'S; 71°48'W; 3: 31°06'S; 71°50'W; 4: 31°08'S; 71°49'W; 5: 31°09'S; 71°49'30'W).
- Fig. 80.** Distribución de longitudes de la captura de orange roughy, por sexo. Area Punta Sierra, 2000. (Talla promedio machos: 42 cm y D.E.: 1.94; hembras: 47 cm y D.E.: 2.23).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



1. INTRODUCCION

El orange roughy (*Hoplostethus atlanticus* Collet 1889) es una especie de aguas profundas de un alto valor comercial, que presenta una amplia distribución geográfica en los océanos Atlántico, Indico y Pacífico. Este recurso comenzó a ser explotado en Nueva Zelanda alrededor de 1979, posteriormente la pesca comercial de este recurso se desarrolló en el sudeste de Australia en 1989, en el noreste del océano Atlántico en 1990 y más recientemente en el sudoeste de África, en 1995 (Tracey & Horn, 1998; Horn *et al.*, 1998). Las capturas comerciales de orange roughy son obtenidas mediante arrastre de fondo, asociadas a montes submarinos en profundidades que varían entre 700 y 1.200 metros.

El desembarque de este recurso alcanzó niveles de 50 mil toneladas anuales a mediados de la década de los 80 en Nueva Zelanda; en tanto, en Australia el peak de captura llegó a las 40 mil toneladas, en el noreste Atlántico a 4 mil toneladas y en el sudoeste de África a 12 mil toneladas anuales. Sin embargo, estos niveles de producción no se sustentaron, particularmente en Nueva Zelanda y Australia, cuyos desembarques fueron declinando sistemáticamente.

Este recurso, en Australia y Nueva Zelanda está siendo manejado con cuotas de captura, las cuales han ido disminuyendo progresivamente, ante la evidencia que las tasas de extracción no eran sustentables (Francis, 1992). Los estudios de edad sugieren para esta especie tiene una tasa de crecimiento excepcionalmente baja (Mace *et al.*, 1990; Smith & Robertson, 1992; Smith *et al.*, 1995) y en consecuencia una baja productividad. Por su parte, los estudios reproductivos revelan que el orange roughy tiene una avanzada edad de primera madurez y baja fecundidad (Pankhurst *et al.*, 1987; Pankhurst, 1988; Lillo *et al.*, 1999) y además, que los peces adultos se concentran en grandes densidades en el período de desove,



constituyéndose estas agregaciones en el principal objetivo de la pesca comercial (Robertson *et al.*, 1984, 1988; Lillo *et al.*, 1999).

En Chile, el orange roughy también se encuentra presente, así lo reveló una prospección de recursos demersales realizada por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en las aguas exteriores de la IX a XI Región, donde se detectó la presencia de este recurso alrededor de los 700 metros de profundidad, entre los paralelos 38°40'S y 38°50' L.S. (Leiva *et al.*, 1997). A lo anterior, se suman los antecedentes de la pesca comercial, que también señalan la presencia ocasional de orange roughy en las capturas de la flota de barcos arrastreros, que operan en la zona sur austral y en la zona centro sur del país. Y más recientemente, en el proyecto FIP N° 98-05 de prospección de orange roughy realizado por IFOP entre la I y X Región, cuyo objetivo fue determinar la distribución geográfica y batimétrica de este recurso y su fauna acompañante, se pudo corroborar la presencia de este recurso en la Zona Económica de Exclusiva de Chile, y en densidades que hacen posible el desarrollo de una actividad con características comerciales.

En este último estudio, se realizaron dos cruceros uno, en el B/F "Betanzos" (7-28/08/1998) y otro, en el B/I "Abate Molina" (4-18/09/1998), y se cubrieron tres zonas que correspondieron a la Cordillera de Nazca, Archipiélago de Juan Fernández, incluyendo el Bajo O'Higgins e isla Mocha. Las principales actividades realizadas fueron un levantamiento batimétrico de 23 montes submarinos y 80 lances de pesca de exploración y prospección, con una captura total de 169 toneladas, de la cual un 91,7 por ciento correspondió a orange roughy.

El orange roughy, fue detectado en cinco montes del total explorado, estando éstos localizados en el sector del archipiélago de Juan Fernández, Bajo O'Higgins y en las inmediaciones de la Isla Mocha; en tanto, en la ZEE de la cordillera de Nazca el recurso estuvo ausente en los lances realizados. Lo anterior sin embargo, no permite



aún definir la distribución del recurso, por cuanto es posible que experimente variaciones interanuales, como ha sido observado en Nueva Zelanda. Las mayores capturas fueron obtenidas en torno al archipiélago de Juan Fernández (153 t.), y provienen de tres montes, uno situado en los 33°23,8' S - 77°25,4' W con 150 toneladas aportando el 98 por ciento de la captura de orange roughy, otro en los 33°26,6' S - 76°52' W donde se capturaron 1,2 toneladas (0,8%) y el último localizado en los 33°33,2' S - 77°41,5'W con 149 kilos (0,1%). También fue detectado en el Bajo O'Higgins (33°54,8' S- 73°53,4'W), donde se capturaron 1,08 toneladas (0,7%) y en las cercanías de Isla Mocha con sólo 31 kilos (0,002%) (Lillo *et al.*, 1999).

El recurso se presentó altamente agregado, lo que obedecería, de acuerdo a los estados de madurez e índices gonádicos observados, a una concentración de carácter reproductivo, comportamiento que ha sido reportado para este recurso en otras latitudes. El hecho de haber operado sobre estas concentraciones, implicó que la estructura de tallas de los ejemplares capturados correspondieran en su mayoría a ejemplares adultos. La amplitud de tamaño fluctuó entre los 23 y 48 cm de longitud estándar, con una talla promedio y mediana en torno a los 36 y 40 cm. en machos y hembras, respectivamente.

Sobre la base de estos antecedentes, a partir de 1999 se incorpora a la explotación de recursos demersales en Chile el orange roughy, cuya unidad de pesquería se declaró en régimen de pesquerías en desarrollo incipiente (DS. N° 538, 1998); por lo tanto, se estableció una cuota global anual de captura, que para este primer año alcanzó a 1500 toneladas, fraccionada en siete zonas de pesca.

Los antecedentes demográficos disponibles y el comportamiento que presenta el orange roughy en otras áreas, indican que esta especie es altamente vulnerable a la sobreexplotación, lo cual hace necesario un seguimiento sistemático de la



pesquería, con el objeto de alcanzar un desarrollo sustentable de ésta. En este esquema, el Consejo de Investigación Pesquera estimó necesario conocer información biológico-pesquera acerca del orange roughy, en el sentido de estudiar políticas futuras de administración de la pesquería. Para ello incorporó el presente proyecto en el programa de investigación de 1999, cuyo objetivo está orientado básicamente a realizar un monitoreo de la pesquería durante 1999 y además, prospeccionar nuevos caladeros de pesca.



2. OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis biológico-pesquero del recurso orange roughy basado en el monitoreo de la actividad extractiva y prospección de nuevos caladeros.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la flota pesquera comercial y cuantificar el esfuerzo pesquero en magnitud y distribución espacio-temporal, aplicado al recurso orange roughy
- Monitorear la actividad extractiva y determinar la estructura de tallas y condición biológica de la captura del recurso orange roughy y de las principales especies que constituyen fauna acompañante
- Realizar una pesca exploratoria de nuevas áreas de pesca para el recurso orange roughy y su fauna acompañante



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



4. MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterizar la flota pesquera comercial y cuantificar el esfuerzo pesquero en magnitud y distribución espacio-temporal, aplicado al recurso orange roughy

Caracterización de la pesquería

Para dar cumplimiento a este objetivo, la información que se analizó corresponde a los registros de la operación y características técnicas de las embarcaciones que operaron en la pesquería de orange roughy, que se obtuvo a partir de las bitácoras de pesca y de un catastro de las embarcaciones.

Bitácoras de Pesca

Las bitácoras de pesca, que constituyen básicamente registros de viajes de las embarcaciones, fueron recopiladas por los técnicos a bordo de los buques objeto de muestreo. En aquellas embarcaciones donde no se embarcó un técnico, la bitácora fue obtenida a través de Servicio Nacional de Pesca. En cada bitácora 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 de viento
- Especies, Captura

Composición de la flota y régimen operacional

La composición específica de la flota, se caracterizó en términos del número y tamaño de las embarcaciones (eslora, capacidad de bodega, potencia etc.), equipamiento y arte de pesca.

Paralelamente se analizó el régimen de operación de la flota, el cual está dependiendo de las características de la unidad de pesca, de la localización del puerto base, de la distancia de los caladeros, niveles de captura probables de obtener y las condiciones meteorológicas.

En este sentido, la descripción y el análisis del régimen operacional de la flota se realizó 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



Captura y Esfuerzo de pesca

La captura y el esfuerzo de pesca fue obtenida de las bitácoras de pesca que recopilaron los muestreadores a bordo de las naves y de aquellas que entregaron las empresas al Servicio Nacional de Pesca.

La unidad básica que se empleó para describir el esfuerzo de pesca correspondió al tiempo de arrastre, ya que esta variable constituye una de las mejores unidades para describir el esfuerzo en pesquerías que emplean como arte de pesca el arrastre. En este punto, es importante señalar que el tiempo de arrastre a medir correspondía a la diferencia entre la hora de finalización y la hora de inicio del arrastre efectivo de pesca (cuando la red toca fondo); sin embargo, esta información no siempre fue posible obtenerla ya gran parte de las veces el técnico no tuvo acceso al instrumental del puente para poder estimarlo. Es así que en la bitácora se registró en algunos casos el tiempo efectivo de arrastre, que corresponde a períodos muy cortos, y en otros el tiempo que la red permaneció en el agua.

Estudios de mantención del producto

Durante octubre de 1999, se realizó un estudio del deterioro de los recursos orange roughy y alfonsino mantenidos a bordo de una embarcación arrastrera hielera. Para determinar la calidad del pescado se utilizó un método sensorial (Baremo), métodos químicos y microbiológicos; además, se realizó un análisis proximal para conocer la composición química de las especies.

El análisis organoléptico se basó en la “Guía de la Comunidad Económica Europea para la clasificación por frescura del pescado”. Dentro de los métodos químicos se utilizó el análisis NBVT (Nitrógeno Básico Total volátil), test que indica el estado de la materia prima, midiendo el nitrógeno básico total volátil proveniente de la musculatura y parte de las proteínas de éstas, y también se empleó el análisis del



valor K, que es un índice de frescura que relaciona el contenido de inosina (HxR) e hipoxantina (Hx) respecto al contenido de adenosin trifosfato (ATP) y los compuestos derivados de la hidrólisis. El Análisis microbiológico, es un test que indica presencia o ausencia de bacterias patógenas.

Estos análisis se realizaron a ambos recursos, los cuales fueron tratados a bordo de dos formas diferentes. El primero corresponde a la actual forma de manejo de la captura, que consiste en almacenar el pescado entero previo tratamiento de lavado, encajonado y enhielado y el segundo, consistió en extraer las vísceras y la cabeza de los ejemplares (HG) antes de ser almacenados.

Para la simulación a bordo de los sistemas de almacenamiento fueron utilizadas cajas plásticas de capacidad 20 Kg. y hielo en escamas. Los ejemplares utilizados en la experiencia correspondieron a 34 individuos de orange roughy y la misma cantidad de ejemplares de alfonsino. Estos fueron divididos en dos grupos de 17 individuos cada uno, los que finalmente fueron tratados bajo los métodos descritos anteriormente.

La duración de las experiencias se extendió a 216 horas, período estimado adecuado para realizar el trabajo de investigación de vida útil de estos recursos, y considerado suficiente para la operación de las embarcaciones industriales, cubriendo los viajes desde las zonas de pesca hasta los centros de producción.

Se examinó diariamente el estado de conservación del orange roughy y alfonsino, verificando los cambios organolépticos que experimentaron los ejemplares tratados bajo los dos sistemas de mantención, versus el tiempo de almacenamiento. Además, fueron extraídas muestras de carne de dos ejemplares por cada tratamiento, durante los días 0, 4, 6 y 9, siendo posteriormente congeladas y enviadas al laboratorio, para realizar análisis microbiológicos y químicos.



Con el fin de determinar las capacidades instaladas en tierra para la elaboración de productos a partir de los recursos orange roughy y alfonsino, se recolectó información en las plantas procesadoras de este recurso, mediante la aplicación de un instrumento de medición objetiva (encuesta), que abarcó los siguientes ítems:

- a) Aspectos de infraestructura.
- b) Aspectos comerciales.
- c) Principales mercados de exportación.
- d) Estándares de calidad para productos de orange roughy.
- e) Producción de orange roughy.

Canales de distribución y comercialización

Para caracterizar el perfil de la comercialización (mercado) y los canales de distribución de este recurso se realizó un seguimiento a las capturas, producción, exportaciones y canales de distribución del recurso orange roughy nacional. La información a analizar, se obtuvo de los informes estadísticos del Servicio Nacional de Pesca y el Servicio Nacional de Aduanas, a partir de la cual se identificaron los países de destino, precios y tipo de producto que se está comercializando. Además, se realizaron entrevistas en las empresas para conocer los canales de comercialización utilizados.

Se efectuó un análisis general del Mercado mundial de orange roughy, mediante el estudio y revisión de 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).



Monitorear la actividad extractiva y determinar la estructura de tallas y condición biológica de la captura del recurso orange roughy 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 específico de la captura a bordo de las embarcaciones y también en las plantas procesadoras. Las medidas estándares que se han tomado a los peces examinados son: longitud horquilla y pesos (total, eviscerado y de gónadas), estados de madurez sexual (EMS), de acuerdo a una escala apreciativa que se elaboró tomando como referencia dos escalas utilizadas en el orange roughy en Nueva Zelanda (Manual de recolección de datos biológicos del Ministerio de Pesquerías y Pankhurst *et al.*, 1987). Además, se recopilaron gónadas de orange roughy, las que fueron fijadas en formalina al 10% tamponada con fosfato de sodio dibásico y fosfato de sodio monobásico. Este material se utilizó para el cálculo de los índices gonádicos y para la descripción macroscópica e histológica de las gónadas. Las gónadas en estados avanzados de maduración se trataron con líquido de Gilson para las determinaciones de fecundidad.

Las distribuciones de talla se analizaron por sexo y caladero, siendo representadas a través de histogramas de frecuencia. Además, se realizó un análisis descriptivo de las composiciones de longitudes a través de diagramas de caja (box-plot). Este tipo de diagrama permite observar como se distribuyen los datos en términos de un conjunto de indicadores estadísticos. En este esquema, la caja representa el rango entre las longitudes dadas por los percentiles 75 y 25, es decir donde se localiza el 50% central de los datos. La marca dentro de la caja es la mediana e indica si hay o no simetría en la distribución y de que tipo es ésta. Las longitudes máximas y mínimas, como los datos fuera de rango y outliers, también pueden ser observados en este diagrama.



Se estimó la proporción sexual ponderada por la captura en términos globales y a la talla, a partir de la información generada en los muestreos de longitud.

Se determinaron las relaciones entre la longitud horquilla y la longitud estándar del orange roughy, para poder establecer comparaciones con la información disponible en la literatura que hace referencia básicamente a la longitud estándar

A partir de los muestreos biológicos se establecieron las relaciones longitud de horquilla -peso total para orange roughy y alfonsino, diferenciado por sexo.

Se realizaron además observaciones generales del contenido estomacal 363 orange roughy en una planta de proceso industrial durante agosto. De estos 131 ejemplares presentaron contenido estomacal (36%, 59 machos y 72 hembras).

Debido a que los muestreos en donde se realizaron estas observaciones no tenían por finalidad un estudio objetivo de los contenidos estomacales y por otra parte, al avanzado estado de digestión observado en la mayoría de los casos y al escaso número de ejemplares con contenido en cada muestreo, las descripciones disponibles sólo permiten una caracterización desde el punto de vista de grupos muy generales. Estos son descritos con el propósito de proveer una referencia preliminar dado los escasos de antecedentes acerca de la alimentación de orange roughy en aguas chilenas.

En cada caso el contenido fue caracterizado por el ítem que representó la mayor proporción del contenido, el que en la totalidad de los casos abarcó más del 50% del contenido estomacal.

Para el estudio reproductivo, el trabajo en el laboratorio consistió en pesar con una balanza de 0,1 g de precisión las gónadas previamente fijadas a bordo de la



embarcación pesquera. Se calcularon los siguientes índices: el índice gonadosomático (IGS) sobre la base del peso de la gónada (PG) y del cuerpo del pez (PC) menos el peso de la gónada, de acuerdo a la siguiente relación:

$$IGS = \frac{PG}{PC - PG} \cdot 100$$

Se verificó el EMS de gónadas fijadas a bordo, mediante el examen visual del aspecto y consistencia de éstas, junto con un análisis microscópico de trozos de tejido gonádico en el laboratorio. Para este fin, se disoció un trozo de tejido, de manera de liberar los ovocitos del estroma ovárico. En el caso de los testículos, se observó el aspecto externo y la presencia o ausencia de fluido seminal. Se midió el diámetro de los ovocitos de mayor tamaño y se verificó la presencia o ausencia de ovocitos hidratados y de ovocitos en proceso de atresia. Asimismo, con el objeto de caracterizar el proceso de maduración de los ovocitos, en 7 ovarios seleccionados se midió bajo un microscopio estereoscópico el diámetro de una muestra de ovocitos obtenidos mediante un aparato submuestreador (Fischer y Balbontín, 1970).

El análisis 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 μ m 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 (López *et al.*, 1982).



En las determinaciones de fecundidad se utilizó la mitad longitudinal de ovarios previamente tratados con líquido de Gilson, el que destruye el estroma ovárico. Los ovocitos liberados se submuestrearon con un aparato especialmente diseñado para ese fin (Fischer y Balbontín, 1970), el que consta de 28 cámaras.

Debido al gran tamaño de los ovocitos maduros del orange roughy (mayor que 1,5 mm de diámetro) los que se separan con facilidad del resto de los ovocitos de menor tamaño y considerando que en este caso la fecundidad es absoluta, sólo fue necesario contar esos ovocitos. La fecundidad (F) es igual al número de ovocitos presente en la submuestra (H_i), multiplicado por la fracción correspondiente a la submuestra (f) y tomando en cuenta el peso del ovario examinado (PO_i) y el peso de la gónada (PG) :

$$F = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n \left(\frac{H_i \cdot f}{PO_i}\right) \cdot PG$$

En las determinaciones se empleó el promedio de dos muestras. Los valores de la fecundidad y el peso corporal de las hembras se ajustaron a una línea de regresión simple. La fecundidad promedio se calculó sobre la base de los valores individuales obtenidos y del modelo de regresión lineal. La fecundidad relativa se expresó como número de ovocitos por kg de peso corporal. La comparación de los promedios de fecundidad relativa por caladero se realizó con el test t de Student.

Para el cálculo de la talla 50% de primera madurez sexual, La proporción de peces sexualmente maduros (p_j) en el intervalo de talla j se calculó mediante la siguiente ecuación logística, en que a y b son parámetros de esta relación (Balbontín & Bravo 1993):



$$p_j = \frac{1}{1 + e^{a+b \cdot L_j}}$$

De acuerdo a la escala propuesta, se consideraron sexualmente inmaduros los peces en EMS 1 y maduros aquellos en el resto de los EMS.

Las muestras de gónadas fueron georreferenciadas y se les asignaron los caladeros correspondientes. El total de muestras analizadas por mes y por caladero se señala en la Tabla 1.

Realizar una pesca exploratoria de nuevas áreas de pesca para el recurso orange roughy y su fauna acompañante

Durante el 6 y 16 de octubre de 1999 se realizó un crucero de pesca exploratoria, orientado a determinar posibles áreas de presencia del recurso orange roughy en la zona ubicada frente a Taltal y que incluía la zona de Nazca localizada dentro de la ZEE. En este crucero se contó con la asesoría y participación directa del experto en pesca neozelandés Sr. Andy Smith, de amplia experiencia en la captura de este recurso en las principales áreas de pesca del mundo. Por otra parte, entre el 26 de septiembre y 1 de octubre del 2000 se prospectó otra área comprendida entre las latitudes 31°01' y 31°30' L.S. y las longitudes 71°42' y 71°55' L.W., en la cual cuando se realizó la pesca exploratoria en el área norte se detectó un monte submarino localizado en los 31°11' L.S.

En las pescas exploratorias se utilizó el buque de investigación "Abate Molina" y se empleó una red de arrastre de fondo tipo Arrow, similar a la utilizada en la pesquería de orange roughy en Nueva Zelanda y en Chile. La longitud de relinga alcanza un total de 29,7 metros, una extensión desde la punta de alas al inicio del túnel de 51,2 metros y tamaños de malla que fluctúa 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 uno.

Se realizaron levantamientos batimétricos de los montes submarinos mediante una grilla de muestreo. Los datos de profundidad georreferenciados, fueron almacenados y procesados mediante el programa Seaplot Depth Gathering System, que permite en tiempo real la localización de las profundidades y mediante un post-proceso la generación de cartas batimétricas que confieren una mayor seguridad en las operaciones de pesca. En los lugares aptos para la presencia de la especie se realizaron lances de caracterización.

En algunos montes se realizó un registro continuo de temperatura (°C), salinidad (o/oo) y oxígeno (mg/lt.) hasta una profundidad de 1100 metros, mediante el uso de CTD marca Neil Brown.

En general, en la macrozona norte frente a Taltal no se cubrió el total del área, faltando prospectar una parte de la zona de Nazca, debido a que el winche presentó un desperfecto mayor que no pudo ser solucionado en alta mar, debiéndose suspender el crucero y regresar al puerto de Valparaíso.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



5. RESULTADOS

Caracterizar la flota comercial y cuantificar el esfuerzo pesquero en magnitud y distribución espacio-temporal, aplicado al recurso orange roughy

Flota

En la pesquería de orange roughy participaron Armadores industriales que operaron con embarcaciones arrastreras hieleras, conforme a la legislación vigente que prohíbe la operación de buques fábrica en el área donde se desarrolló la pesquería. Durante la actual temporada de pesca participaron 8 embarcaciones en la captura de este recurso, tres de ellas lo hicieron con puerto base en Talcahuano y corresponden a embarcaciones que tradicionalmente capturan merluza común, las cinco restantes unidades operaron con base en Puerto Chacabuco y son embarcaciones que participan en la pesquería demersal de la zona sur-austral, en la extracción de la merluza del sur.

El tamaño de las embarcaciones fluctúa entre un mínimo de 42,8 y 58,6 metros de eslora, con un tamaño promedio de 48,2 y un tonelaje que va de los 507 a 1085 TRG. Por su parte, la potencia del motor principal muestra una amplitud que varía entre los 1500 a 2400 HP (Tabla 2).

El arte de pesca que utilizan corresponde a una red de arrastre de fondo Tipo Arrow, similar a la empleada en la pesquería de orange roughy de Nueva Zelanda. Las características relevantes del diseño de la red es el alto calibre de su hilo y la ausencia de ala inferior, que es reemplazada por cadenas haciéndola adecuada para operar en fondos duros.



Operación

La pesquería de orange roughy durante el presente año se desarrolló en forma intermitente, comenzando con dos operaciones de pesca durante febrero que no fueron exitosas, lo que marcó la pauta de operación para el resto de la flota. La actividad se reinició en junio con algunos cruceros, que nuevamente obtuvieron bajos rendimientos de pesca. Sólo a partir del mes de julio se comenzó a observar una operación más sistemática y un aumento de los índices de rendimiento. La mayor actividad se concentró en el mes de agosto, extendiéndose la temporada con algunos cruceros hasta fines de octubre.

Es importante señalar que durante los viajes dirigidos al orange roughy, se orientó un número importante de lances a la captura de otros recursos principalmente a alfonsino (*Beryx splendens*), también al besugo (*Epigonus crassicaudus*) merluza de cola (*Macraronus magellanicus*), merluza común (*Merluccius gayi gayi*), entre otros, debido a la ausencia o bajos rendimientos de pesca de la especie objetivo.

El número de viajes por embarcación fue bastante variable, fluctuando entre 1 y 7 viajes por buque, con un total de 23 cruceros para toda la flota. De igual manera la duración del viaje, que fue de 7,5 días para la flota de Talcahuano y más del doble de tiempo para la flota de Puerto Chacabuco, que en promedio duró 16,5 días, asociado a la mayor distancia que debe cubrir esta última flota para llegar a los caladeros de pesca (Tabla 3).

El número de lances registrados en el total de viajes fue de 698, de los cuales 493 fueron dirigidos a la captura de orange roughy. Hay que destacar que estos números pueden ser superiores, ya que en la pesquería de este recurso existen muchos lances con capturas cero y que no son registrados en las bitácoras de pesca.



El número de lances orientado al orange roughy por viaje fluctuó entre 7 y 40, con un promedio de 25 lances (d.s : 12,2). A su vez la captura refleja esta variabilidad, registrándose entre 18 y 77 toneladas por viaje, con un promedio de 35 toneladas (d.s : 21,8)

Captura, esfuerzo y rendimiento de pesca

De acuerdo a las bitácoras de pesca analizadas, en el total de 23 viajes las naves capturaron del orden de las 731 toneladas de orange roughy; sin embargo, las estadísticas oficiales registran una captura de 775 toneladas, lo que representa el 52% de la cuota global vigente en 1999. Cuatro embarcaciones fueron las que concentraron la mayor captura durante la actual temporada de pesca, registrando un promedio para el período de 148 toneladas por embarcación. En la Tabla 3 se detalla el número de viajes, la captura de orange roughy por nave, el esfuerzo y el rendimiento de pesca.

Estas capturas provinieron básicamente de las agregaciones reproductivas que se localizaron en el área del Archipiélago de Juan Fernández y fueron obtenidas, de acuerdo a lo reportado en las bitácoras, en cuatro montes submarinos, donde previamente ya se había detectado la presencia de este recurso (JF1, JF2, JF3 y JF4) (Lillo *et al.*, 1999). De éstos el más importante fue el JF4, donde se reportó el 33,4% de la captura de orange roughy, equivalente a 245 toneladas. (Tabla 4 y Fig. 1). Es importante señalar que algunas embarcaciones registraron capturas de orange roughy del orden de las 100 toneladas en la zona sur del país, área para la cual existían registros de la presencia de este recurso pero no en los niveles en que fueron reportados. También hubo operación en el sector del Bajo O'Higgins, donde las capturas fueron bajas y no superaron el 3,2% del total.



En la tabla 5 se detalla la captura por especie y zonas de pesca, declarada en las bitácoras de pesca de los cruceros dirigidos al orange roughy. En total se reportaron 1946 toneladas, donde el orange roughy y el alfonsino constituyen los recursos más importantes con el 37,6 y 37,3%, respectivamente. En orden de importancia le siguen la merluza de cola (13,1%), besugo (3%), merluza común (6,6%) y la merluza del sur (1,7%), las especies restantes no superan su aporte al 1%.

En una escala temporal se observa que las capturas se centraron en cuatro meses, julio a octubre, con una mayor concentración de éstas en agosto, mes donde se capturó el 67,2% del orange roughy (491 toneladas) (Fig. 2).

Dentro de los aspectos operacionales de la pesquería, uno de los factores más relevante lo constituyó el tiempo de arrastre. En términos generales el arrastre efectivo es bastante corto, debido a los tipos de fondos, que corresponden a terrenos de características muy irregulares, con fuertes pendientes y duros. Sin embargo en la bitácora, el tiempo de arrastre por lance registró una gran variabilidad, que fluctuó entre 1 y 100 minutos de duración, ubicándose alrededor del 50 por ciento de los lances en un período inferior o igual a 18 minutos. Esta alta variabilidad en la duración de los lances, se puede atribuir, además del proceso de aprendizaje de los pescadores sobre el comportamiento de este recurso, al hecho que en algunas bitácoras se está registrando el tiempo que la red permanece en el agua y en otras, el tiempo efectivo de pesca (cuando la red toca el fondo). En este esquema resulta difícil estimar el esfuerzo efectivo de pesca.

En los lances orientados a la captura de orange roughy se estimó un esfuerzo global equivalente a 238 horas de arrastre (Tabla 3). Este valor se estima que está sobredimensionado, ya que como se indicó anteriormente en las bitácoras muchas veces se reporta el tiempo desde que se cala la red hasta el momento que se vira, que no necesariamente corresponde al tiempo efectivo de arrastre. El esfuerzo, al



igual que la captura, se concentró en el Archipiélago de Juan Fernández (79%) y se distribuyó en porcentajes muy similares en los cuatro montes (Tabla 6). En una escala temporal, se puede comprobar que el 68% del esfuerzo se aplicó en agosto.

La actividad se desarrolló entre los 400 y 1000 metros de profundidad, concentrándose el esfuerzo en un rango de 300 metros, que va de los 500 a 800 metros (89%). Como consecuencia de lo anterior, en dicho rango se extrajo el 99% de la captura de orange roughy (Tabla 7). A nivel de zona, se observa que tanto el esfuerzo como la captura se concentró principalmente entre los 600 y 700 metros, exceptuando en el monte JF2 que muestra una mayor dispersión (Tabla 8 y 9).

La temporada de pesca 1999, se caracterizó por presentar lances con altas tasas de captura de orange roughy y a su vez una gran presencia de lances con capturas ceros. No obstante, que los capitanes tienden a no declarar en la bitácora los lances sin captura, se registró un 57,6% de los lances orientados a orange roughy sin la presencia de este recurso. Esta situación produce rendimientos de pesca con una muy pobre precisión (elevadas varianzas), lo que limita su uso como un indicador de la abundancia del recurso. En efecto, los rendimientos de orange roughy fluctuaron entre 0 y 31 toneladas por lance, con un promedio de 1,5 toneladas (d.s : 4,1). El rendimiento de pesca por 30 minutos de arrastre, obtenido como el cociente entre la captura total y el esfuerzo total, fue de 1,5 toneladas, a nivel de embarcación este índice fluctuó entre 0,3 y 3,6 toneladas/30 min arrastre (Tabla 3).

El segundo recurso en importancia fue el alfonsino, con un registro bastante alto de captura (725 t.), sobre todo si se tiene en consideración que como fauna acompañante de la captura de orange roughy debería aparecer en niveles bajos. En las bitácoras, dependiendo de la embarcación, en el arrastre de fondo aparece registrado en niveles que fluctúan entre 1,5 y 27%. Las altas capturas se debe a que algunas embarcaciones orientaron parte del esfuerzo a la captura de este recurso



con redes de mediagua. Esta situación se pudo comprobar en las naves donde hubo un observador a bordo, en las restantes es probable que no haya sido informado en la bitácora de pesca, ya que este recurso sólo puede ser extraído como fauna acompañante en la pesquería de orange roughy en proporciones que no superen el 10% de la captura por viaje.

El alfonsino fue reportado en 167 lances, estimándose un esfuerzo de pesca de 116 horas (Tabla 10). Este se distribuyó entre los 400 y 800 metros de profundidad, con una mayor concentración entre los 600 y 700 metros (55,3%), consecuentemente el 60% de la captura se concentró en este rango de profundidad (Tabla 12).

Las mayores capturas de alfonsino se obtuvieron en septiembre (53%) y octubre (23%) y provinieron principalmente de los caladeros JF1 y JF2, donde se concentró el 80% de la captura de este recurso (Tabla 11). La distribución porcentual de la captura por zona y estrato de profundidad se indica en la Tabla 13.

Niveles de mantención y procesamiento

Manipulación de la captura a bordo

El manejo de la pesca a bordo, comienza cuando la captura es izada y colocada sobre cubierta para posteriormente ingresar a los pozos. Luego viene la etapa de limpieza, donde la captura pasa por una cinta transportadora y la tripulación separa las especies objetivos de la fauna acompañante y a continuación es colocada en una máquina lavadora de pescado. Finalizado lo anterior, la materia prima es trasladada a la bodega refrigerada, donde es encajonada y enhielada.

Se observó que se producen algunos problemas en el manejo del orange roughy sobre cubierta, particularmente cuando se obtienen grandes capturas, debido al tipo de escama que posee y que dificulta el desplazamiento de la pesca una vez abierto



el copo, siendo necesario un tiempo prolongado de manipulación de la captura, antes de aplicar el sistema de enfriamiento, lo que incide directamente en la calidad y vida útil del recurso y también en la duración de los cruceros de pesca.

Análisis sensorial

En la Tabla 14 se sintetizan los resultados la evaluación organoléptica realizada a una muestra de orange roughy y alfonsino, capturados con redes de arrastre y tratados como pescado entero y HG.

- *ORANGE ROUGHY*

En general, los ejemplares presentaban una buena apariencia, sólo en algunos casos se observó pérdidas de escamas, producidas por el sistema de pesca.

Pescado entero

A continuación se describe el proceso de deterioro que presentó el recurso orange roughy, tratado con este método.

Día 0 a 4: La apariencia de los ejemplares era buena, sin signos de deterioro. Cabe destacar que en el día dos, estos ejemplares presentaron ***Rigor Mortis***.

Día 5: Se observó en algunos ejemplares decoloración de las branquias, pasando de una tonalidad roja oscura a una roja más opaca.

Día 6 a 8: Presentaron una leve pérdida de elasticidad en la musculatura, manteniendo las características sensoriales del día anterior

Día 9: La captura presenta decoloración tanto de su piel como de las branquias, conteniendo estas últimas mucosidad transparente.



Pescado H.G.

Día 0 a 7: Los ejemplares no presentaban signos de deterioro. Manteniendo el olor, textura y color del primer día.

Día 7 a 9: Presentan una leve pérdida de elasticidad en la musculatura, manteniendo las características sensoriales de los días anteriores.

- *ALFONSINO*

Cuando los ejemplares fueron colocados sobre cubierta, presentaban una apariencia buena, sin daños físicos; sin embargo, luego de 30 minutos a una hora, la totalidad de éstos se encontraban en presencia de **Rigor mortis**.

Pescado entero

Día 0 a 6: La apariencia de las muestras tanto en olor, color de la piel, y aspecto de las branquias era buena y no presentaron signos de deterioro. Después de 48 horas de almacenaje en bodega, el estado de **Rigor Mortis** termina.

Día 7: Se observó que algunos ejemplares presentaban decoloración de las branquias, pasando de un color rojo oscuro a rojo más opaco.

Día 9: Las muestras presentan una leve pérdida de elasticidad en la musculatura, aparece mucosidad transparente en las branquias.

Pescado H.G.

Día 0 a 8: Las muestras no presentan signos de deterioro. Manteniendo el olor, textura y color como el primer día.



Día 9: Se observa una leve pérdida de elasticidad en la musculatura, manteniendo las características sensoriales de los días anteriores.

Se debe señalar, que el análisis sensorial indica que el recurso alfonsino es más resistente que el orange roughy, tanto al proceso de captura como de mantención tradicionalmente empleado a bordo.

Análisis químico y microbiológico

En la tabla 15 se muestran los resultados del análisis proximal realizado al orange roughy y alfonsino. Estos indican que el orange roughy posee un alto contenido de proteína, entre un 17% a 18%, y un porcentaje de lípidos que permite clasificarla como una especie semi-grasa. El alfonsino también se caracteriza por presentar un alto contenido de proteína, pero tiene un mayor porcentaje de lípidos, lo que la clasifica como una especie grasa.

Los valores de TVN para el orange roughy almacenado en hielo entero y HG, durante los primeros 9 días no presentaron diferencias importantes (Tabla 16). Además, los niveles obtenidos al final del período se enmarcan dentro del límite aceptable para esta especie (30 mg/100 g). En los dos tipos de tratamiento, el valor K aumentó durante el período de almacenamiento en hielo y no se observaron diferencias importantes entre ambos tratamientos (Fig. 3).

Por su parte, el análisis microbiológico (recuento total, coliformes totales, *Echerichia coli*, *Staphilococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*), indica que la captura de orange roughy almacenada tanto entera como en H.G. y conservada en hielo, no presentó contaminación al cabo de nueve días (Tabla 17).



Los valores TVN obtenidos para Alfonsino almacenado en hielo, entero y HG, no muestran una tendencia clara en los datos, lo que puede obedecer al bajo número de muestras analizadas; no obstante, estos niveles se encuentran bajo los rangos permitidos (Tabla 18).

Características de las plantas procesadoras

Durante 1999, la captura de orange roughy y alfonsino fueron procesados en cuatro plantas localizadas en Talcahuano (2) y Puerto Chacabuco (2). Su actual capacidad promedio de proceso de los recursos O. roughy y alfonsino, se encuentra entre las 30 y 50 toneladas/día de materia prima, con un rendimiento de entre 12 a 20 toneladas de filete/día. En tanto, la capacidad total para recepcionar y almacenar varía entre las 180 y 400 toneladas.

Es preciso señalar que la producción de orange roughy, ha sido hasta la fecha sólo experimental para las plantas encuestadas, debido principalmente a lo esporádico de las capturas y los bajos volúmenes procesados. Por otra parte, estas empresas están diseñadas para procesar en forma más tecnificada otras especies, tales como merluza común, merluza del sur y salmón entre otras. Sin embargo, para el caso del orange roughy no es posible utilizar la totalidad de la infraestructura existente, debido principalmente a la forma que tiene este recurso, por lo cual es necesario realizar todo el proceso en forma manual, a excepción del despielado, el cual se efectúa utilizando máquinas destiladoras marca TRIO.

Las velocidades de proceso, medidas en promedio en las diferentes etapas, son las siguientes:

- Fileteo, velocidad aproximada de 60 kg/hora de materia prima / operario
- Leves cortes y limpieza, velocidad 37 kg/hora de filete/ operario.
- Forma y calibre, velocidad 27 kg/hora de filete/ operario.



La capacidad de congelación de las plantas visitadas fluctúa entre las 30 a 150 toneladas/día y la capacidad de empaque está relacionada con la capacidad de fileteo. Estas plantas tienen una capacidad de almacenamiento que varía entre las 1400 a 2500 toneladas de producto terminado.

Las líneas de proceso implementadas en estas plantas se muestran en detalla en la Tabla 19.

Cabe destacar que los rendimientos alcanzados para el caso de filete fluctuó entre un 26 a 32%, esta variación está en función del tamaño del pescado y del producto final.

Los estándares de calidad que emplean para productos de orange roughy están basados en la “Normas nacionales generales para productos pesqueros”, las cuales tienen los requisitos y se señalan en la Tabla 20. Además, se realiza un análisis organoléptico al momento de recepcionar la materia prima y se basa principalmente en los siguientes parámetros: textura, olor, sabor y ausencia de parásitos visibles. Finalmente, se realiza un muestreo del producto, para controlar la calidad comercial de éste, en el cual se consideran los siguientes aspectos:

- Que el filete no contenga más de 0,5 espinas por kg,
- Ausencia de coágulos, parásitos nemátodos, vísceras, peritoneo, piel y cualquier materia extraña.

Producción comercialización

Generalidades

El cuerpo de esta especie es rojizo con un tinte azulado en la región del estómago, tornándose anaranjado después de capturado. Su carne es blanca, firme y de un



sabor muy delicado, parecido al de los mariscos. Las partes no comestibles son ricas en aceite (similar al aceite de ballena), el cual se puede utilizar en cosmetología y aplicaciones relacionadas. (<http://www.seafood.co.nz>). Como es un pescado relativamente caro, es algunas veces reemplazado por Oreodory, pero, la carne del Oreodory no es tan blanca como la del roughy (<http://www.newmex.com>).

Los nombres vernaculares con que es conocida esta especie son: Hoplostete orange (Francia), kaiserbarsch (Alemania), reloj anaranjado (España), okun hoplostethus (Rusia) y orenjiraffi (Japón). Dentro de los sustitutos se identifican el ocean perch, blackfish, cod, flatfish, haddock, pollock, red snapper (<http://www.gortons.com>)

Oferta mundial

Las capturas mundiales de orange roughy en 1997, último año que se tiene información, fue del orden de las 40 mil toneladas, de éstas el 52% de las capturas correspondió a Nueva Zelanda, el 39% a Namibia y sólo el 9% a Australia (FAO, 1997) (Tabla 21). De estos tres países, en los últimos años sólo Namibia ha experimentado un aumento sustantivo de las capturas, con una tasa media de crecimiento anual del 56,6%. En tanto, Nueva Zelanda y Australia han disminuido sustancialmente sus capturas, en efecto entre 1990 y 1997 la caída fue de un 58% y un 91%, respectivamente.

En Chile, de acuerdo a las estadísticas oficiales durante el año 1997 no se efectuaron desembarques de orange roughy. Sin embargo, es importante señalar que sí se detectaron exportaciones para ese año, las cuales aparecían informadas como chancharro en los registros entregados por el Servicio Nacional de Aduana. En el 1998 la captura fue de 155 toneladas y provino de una pesca de investigación que realizó el IFOP sobre este recurso. En 1999, año en que se inicia la pesquería, según la cifras oficiales se desembarcaron 775 toneladas de orange roughy.



Producción

Chile

No se dispone de mucha información sobre producción de orange roughy en el país. En el año 1997, de acuerdo a las estadísticas oficiales no existe información de producción. Sin embargo, tal como se señaló en el párrafo anterior, ese año se realizaron exportaciones del recurso. Para el año 1998 la cifra informada de producción de orange roughy fue de 41 toneladas y para el año 1999 de 226 toneladas.

En 1999, de acuerdo a la estadística del SERNAPESCA el orange roughy se elaboró principalmente como filete congelado (41,6%), le sigue según orden de importancia el congelado entero (36,7%) y por último el HG (21,7%). El desecho obtenido después de su elaboración se destina a producción de harina de pescado¹.

Nueva Zelanda

El orange roughy se elabora principalmente en forma de filete, sin piel y sin espinas, con rendimientos máximos del 30%. Los filetes se procesan tanto a bordo como en tierra y son calibrados y envasados en tamaños de cuatro niveles como se indica en la Tabla 22.

Es importante señalar, que la textura del filete de orange roughy es tan firme, que la carne puede ser entretejida con salmón y servida como “trenzas de productos del mar”, muy populares en restaurantes de lujo de Nueva Zelanda (The Seafood Handbook: Global Supply). Esta característica permite desarrollar nuevos productos con un mayor valor agregado.

¹ Consulta a Empresas



Mercado

Chile

Las exportaciones de orange roughy en 1999 alcanzaron a 197 toneladas por un valor FOB igual a 2,1 millones de dólares; en tanto, en 1997 se exportaron 51 toneladas por un valor de 321 mil de dólares (Tabla 23). De acuerdo a información oficial en el año 1998 no se efectuaron exportaciones.

Las exportaciones chilenas de filete de orange roughy van en calibres que fluctúan entre 2 y 12 onzas. Las clasificaciones por empresa se detallan en la Tabla 24.

En 1997 las exportaciones de filetes de orange roughy congelado tuvieron como destinos los mercados de Australia y Estados Unidos; en cambio, en 1999 el 100% de las exportaciones fueron realizadas a este último país (Fig. 4). En el 2000, se han efectuado exportaciones solamente en el mes de enero, las que alcanzaron a 4,8 toneladas, generando ingresos por 45 mil de dólares. El producto correspondió a filete congelado sin piel y sin espinas.

En relación a las empresas, se puede señalar que en 1997 de las dos empresas que exportaron filete de orange roughy congelado, sólo una de ellas concentró el 99% del valor total generado. En 1999, de un total de 4 empresas, sólo una de ellas participó con el 52% del valor total generado.



Nueva Zelanda

De acuerdo al valor, el orange roughy en 1998 pasó a ocupar el cuarto lugar en relación a los demás pescados exportados por Nueva Zelanda (el primer lugar corresponde a hoki), disminuyendo en un 25,8%, respecto al año anterior. En el período 1992-1999 las exportaciones totales de orange roughy realizadas por Nueva Zelanda son las que se indican en la Tabla 25.

El principal mercado de destino del producto neozelandés es Estados Unidos participando en 1998 con un 96,3% del valor recibido por el total de las exportaciones de orange roughy fresco-refrigerado y el 84,3% por concepto de productos congelados (Tabla 26 y 27). Le siguen en orden de importancia Australia con un 9,4%, Canadá con un 2,9% y Japón con un 1% de la producción de congelados. El 92% de las exportaciones correspondió a filete congelado.

Estados Unidos

En el año 1998 Estados Unidos importó aproximadamente 10 mil toneladas de orange roughy, equivalente a un ingreso de 83,8 millones de dólares, presentando una caída del 22% y 15%, respectivamente, en relación al año anterior. En el período enero-julio de 1999, las importaciones alcanzaron la cifra de 38,7 millones de dólares (Tabla 28).

Nueva Zelanda es el principal abastecedor de este recurso en el mercado norteamericano con una participación del 57% en valor total, durante 1998. Como segundo abastecedor, aparece Namibia con una participación en el valor de 26%, seguido de Australia con una contribución del 15,5%.



Precios

La tendencia de los precios promedio de los filetes congelados de orange roughy importado por Estados Unidos, para el período 1995-1998, es muy similar para los países participantes.

Al analizar los precios promedio para los tres principales países abastecedores de este producto en Estados Unidos, se puede señalar que el mercado de Namibia aparece obteniendo los precios más bajos y el de Australia los más elevados (Fig. 5). El que Namibia obtenga los menores precios puede deberse a una estrategia de entrada de este país al mercado estadounidense.

Por otro lado, en el año 1997, se logran los precios más bajos del período para todos los países proveedores, lo cual podría tener como causa que ese año, Estados Unidos compra una cantidad bastante importante de orange roughy a Namibia.

Los filetes de Orange roughy se presentan en una variedad de calibres, 2-4; 4-6; 4-10, 6-8, y 8-10 onzas/pieza. Según información de INFOPECA, durante el año 1997 los filetes de orange roughy congelados, interfoliados, que mostraron mayores transacciones en el área de mercado Nueva York, USA, fueron los de calibre 2-4, seguidos por los de 4-10 onzas por pieza y los de 6-8 onzas por pieza. En 1998 sólo se efectuaron transacciones en los meses de septiembre, octubre y noviembre para los calibres 2-4 y 6-8 onzas/pieza, mostrando un alza en los precios con relación a las transacciones realizadas en el año anterior. Durante 1999, sólo se efectuaron transacciones en el mes de diciembre (Tabla 29).



Los precios promedios para los diferentes calibres no muestran grandes diferencias. La mayor dispersión de ellos la encontramos en los calibres 6-8.

El precio medio de los filetes de orange roughy exportados por Chile en 1999 fue de 10,7 US\$/kg, no tan diferente a los obtenidos por Nueva Zelanda en el mercado de Nueva York, Estados Unidos, según INFOPESCA.

Arancel y Canales de distribución

La tasa arancelaria para los importadores estadounidenses de orange roughy congelado, desde Chile, tiene valor cero (0).

De acuerdo a conversaciones sostenidas con algunas empresas el orange roughy chileno se exporta directamente a un mayorista a Estados Unidos.

Proyección y tendencia

En Chile la tendencia futura es incierta pues depende absolutamente de la captura. A nivel mundial, los científicos creen que los desembarques son sustentables en términos general y deberían permanecer estables. Sin embargo, el descubrimiento de nuevos stocks puede aumentar ligeramente los desembarques (<http://www.newmex.com>).



Monitorear la actividad extractiva y determinar la estructura de tallas y condición biológica reproductiva del recurso orange roughy y de las principales especies que constituyen la fauna acompañante.

Composición de talla de la captura

Durante el monitoreo de la pesquería en 1999 se midieron en total 9602 ejemplares de orange roughy, de los cuales 4881 correspondieron a machos y 4532 a hembras. El detalle de ejemplares medidos por mes y zona de pesca se entrega en la Tabla 30.

La composición de tamaño de la captura de orange roughy presentó una amplitud que fluctuó entre los 26 y 57 centímetros de longitud horquilla (23 y 52 cm longitud estándar), pero sólo a partir de los 30 cm comienzan aparecer en forma continua en la captura (Fig. 6, Tabla 31). Es importante destacar que no obstante la amplitud de talla en la captura, que no supera los 31 cm, alrededor del 90% está en un rango restringido de tallas, 11 cm en machos (38-48 cm) y 12 cm en hembras (40-51 cm). Durante la pesca de prospección realizada en 1998, la amplitud de las muestras analizadas fue muy similar, fluctuando entre 27 y 57 cm (Lillo *et al.*, 1999).

La talla promedio fue 44 cm sin diferenciar por sexo, frente a los 46 cm estimados en la captura de la pesca de prospección. Las distribuciones de tamaño entre sexo son diferentes, y al igual que en otras especies demersales, las hembras de orange roughy alcanzaron un tamaño mayor. La longitud promedio y la moda principal son muy similares y estuvieron alrededor de los 42 y 45 cm en la captura de machos y hembras, respectivamente (Tabla 31). En general, los ejemplares capturados correspondieron a la fracción adulta de la población. La casi totalidad de los peces se encontraban maduros, teniendo en consideración que la talla de primera madurez



estimada para esta especie está alrededor de los 35 cm de longitud de horquilla (32 cm longitud estándar).

Las distribuciones de longitudes de la captura en los meses de julio a octubre, período en que se desarrolló básicamente la pesquería, fueron muy similares exceptuando el mes de agosto en que se capturaron ejemplares de mayor tamaño (Fig. 7, Tabla 32)). A nivel de sexo la talla promedio mensual fluctuó entre los 39 y 43 cm en machos y en torno a los 42 y 46 cm en hembras (Tabla 32).

A nivel de zonas, se observa una tendencia a capturar ejemplares de mayor tamaño en el monte JF3 y JF4 (Tabla 33, Fig. 8). Por su parte, la profundidad no parece tener un efecto importante en la composición de tamaños como se muestra en la figura 9, al menos no se observa una tendencia a que la talla aumente con la profundidad, como ha sido reportado para este recurso en otras áreas de pesca.

La distribución de tamaños de alfonsino es claramente polimodal y presenta una amplitud de tallas que fluctúa entre los 19 y 50 cm de longitud horquilla (Fig. 10). En términos generales, en la pesquería se realizaron lances de pesca con redes de mediagua en los cuales se capturó la mayor cantidad de alfonsino y éste a su vez fue de menor tamaño que el que se capturó con redes de fondo. Cuando los ejemplares eran muy pequeños en algunos lances se realizó descarte a bordo.

En arrastre de mediagua, la talla promedio del alfonsino fue de 31 cm sin diferenciar por sexo. Las hembras alcanzaron un tamaño mayor, al igual que en el orange roughy (Fig. 11). La longitud promedio estuvo alrededor de los 29 y 32 cm. en la captura de machos y hembras, respectivamente (Tabla 34). En arrastre de fondo se capturaron ejemplares de mayor tamaño, con una talla promedio estimada de 37 cm (Tabla 35).



Los ejemplares capturados correspondieron tanto a la fracción juvenil como adulta de la población. En arrastre de mediagua, donde se obtuvo la mayor proporción de la captura de este recurso, se estimó que alrededor del 78% de los machos y el 59% de las hembras eran juveniles, teniendo en consideración que la talla de primera madurez estimada para esta especie es de 34,5 cm para machos y 33,0 cm para hembras (Lehodey *et al.*, 1997). En arrastre de fondo la proporción de juveniles disminuye sustantivamente, se estimó que esta fracción en machos estaba alrededor del 20% y en hembras en el 9%.

Proporción sexual

La proporción sexual de orange roughy estimada para la captura total estuvo en una relación cercana a 1:1, con un leve predominio de los machos. No obstante, la proporción de sexo por lance de pesca presentó una gran variabilidad, incluso con lances donde sólo apareció 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).

La proporción de sexo también varía con la talla. De hecho se observa un claro predominio de los machos hasta los 44 centímetros y a tallas mayores comienzan a dominar las hembras (Fig. 12). Este comportamiento se explica por una parte, porque los machos se reclutarían a la pesquería a una talla menor que las hembras y por otra parte, porque estas últimas alcanzan un mayor tamaño que los machos.

En lo que respecta al alfonsino, la proporción sexual estimada para la captura total estuvo en una relación de 1,12 : 1, a favor de las hembras. El porcentaje de hembras y machos de alfonsino en función a la talla se muestra en la figura 13, en la cual se



aprecia que las proporciones fluctúan en torno al 50% en las clases de talla inferiores a los 37 cm y a tamaños mayores predominan las hembras.

Relación longitud peso

En la Fig. 14 se representa la relación entre la longitud horquilla (cm) y el peso total (g), por sexo. El análisis de regresión entre estas variables y la estimación de parámetros se entregan en la Tabla 36. Las relaciones quedaron representadas por las siguientes ecuaciones:

Ambos sexos

$$PT = 0,08805 \cdot LH^{2,64867} \quad ; r^2 = 0,87$$

Machos

$$PT = 0,17513 \cdot LH^{2,4536} \quad ; r^2 = 0,84$$

Hembras

$$PT = 0,13335 \cdot LH^{2,54427} \quad ; r^2 = 0,82$$

La amplitud de peso fluctuó entre los 400 y 4.200 gramos por ejemplar, con un peso promedio cercano a los 1900 gramos (Tabla 37). La hembras presentaron pesos máximos y promedios más altos, asociados a los mayores tamaños que éstas alcanzan en comparación con los machos.

En alfonsino el peso total de los ejemplares fluctuó entre 120 y 2925 gramos, con un valor promedio de 832 y 2350 gramos en arrastre de mediagua y fondo, respectivamente (Tabla 38 y 39).

Las estimaciones de los parámetros de la relación longitud de horquilla y peso total, diferenciada por sexo, se entregan en la Tabla 40.



Relación longitud estándar v/s longitud horquilla

En general la medida de longitud que se reporta en la literatura acerca del orange roughy corresponde a la longitud estándar, por tal motivo para establecer comparaciones con los datos recopilados en Chile, donde se está midiendo la longitud horquilla, se estableció una relación funcional entre ambas medidas para obtener los factores de conversión que permitan realizar las transformaciones. Para este efecto en Planta se realizó un muestreo estratificado por tamaño a una muestra representativa de toda la amplitud de tallas que apareció en la captura. Las regresiones que se obtuvieron son las siguientes:

Ambos sexos

$$LS = 0,181 + 0.907 \cdot LH \quad ; r^2 = 0,98 \quad n = 422$$

Machos

$$LS = 0,416 + 0.900 \cdot LH \quad ; r^2 = 0,96 \quad n = 240$$

Hembras

$$LS = 0.467 + 0.902 \cdot LH \quad ; r^2 = 0,97 \quad n = 181$$

Alimentación

La totalidad de los contenidos observados correspondieron a tres grupos generales, peces, crustáceos y cefalópodos. Los dos primeros grupos dan cuenta del 92% de los contenidos observados, con una importancia relativa similar. Los peces correspondieron en un porcentaje mayoritario a mictófidios, mientras que los crustáceos y cefalópodos correspondieron a camarones y calamares, respectivamente.



Un porcentaje importante de ejemplares en la muestra presentó estómagos vacíos (64%), lo cual fue frecuente observar en la pesca de prospección y en el monitoreo actual, que estuvieron centrados principalmente en la época reproductiva del recurso, período en que el orange roughy no se alimentaría.

Condición reproductiva

Escala macroscópica apreciativa de la madurez sexual

La escala macroscópica originalmente propuesta para estimar los estadios de maduración gonadal en el orange roughy se elaboró sobre la base de dos escalas utilizadas en Nueva Zelanda (Manual de recolección de datos del Ministerio de Pesquerías y Pankhurst *et al.*, 1987) y la experiencia recogida de la utilización de este tipo de escalas en otros recursos. Al aplicar la escala al orange roughy, se encontraron discrepancias entre lo determinado a bordo, la determinación bajo microscopio en el laboratorio y el análisis histológico. La escala constaba de 7 estadios de madurez. Un análisis general de las estimaciones macroscópicas de los EMS, indicó que en varios casos se confundieron los estadios. Es probable que en estas estimaciones influyó la escasa experiencia de los muestreadores en clasificar gónadas de un nuevo recurso y la inclusión de demasiados estadios, lo que introdujo elementos subjetivos difíciles de cuantificar. De acuerdo a ese análisis, se elaboró en conjunto con uno de los técnicos de mayor experiencia, una escala más simple que consta de 5 estadios (Tablas 41 y 42).

Análisis histológico de las gónadas

Mediante el análisis histológico de gónadas seleccionadas, se logró diagnosticar los estadios de madurez sexual (EMS) de hembras y machos que se muestran en las figuras 15 a 31.



Los resultados del análisis histológico de gónadas en diferentes EMS, permitió caracterizar y describir desde un punto de vista histomorfológico los diferentes estadios de madurez macroscópicos (Tabla 43 y 44). La denominación de los estadios es coincidente con la escala macroscópica.

Caracterización del proceso de maduración ovárica

Para lograr una mejor comprensión de la dinámica reproductiva del orange roughy se analizó la distribución de frecuencia de diámetros de los ovocitos presentes en 7 ovarios distribuidos en los estadios EMS 2 (en maduración), EMS 3 (maduro), EMS 4 (en desove) y EMS 5 (desovado), lo que permitió caracterizar el proceso de maduración ovárica (Fig. 32).

En los ovarios en maduración se observó un grupo de ovogonias y ovocitos de pequeño tamaño, en un rango aproximado de 0,05 a 0,35 m.m. de diámetro. Además presentaron otro grupo de ovocitos de mayor tamaño, de diámetros entre 0,60 y 0,90 mm. En el caso de una hembra en EMS 3 inicial, los diámetros fueron de 0,62 a 1,03 mm. En otro ejemplar maduro pero en una etapa más avanzada, este segundo grupo de tamaños presentó un rango entre 1,35 y 1,43 mm. Entre estos dos grupos, se observaron ovocitos de tamaño intermedio.

En ovarios denominados en desove (EMS 4), se mantuvo presente el grupo de ovocitos de pequeño tamaño observados en los ovarios maduros. Se detectó un grupo de ovocitos de gran tamaño (1,80 a 2,25 mm), que corresponde a los ovocitos hidratados que están listos para ser desovados. Entre estos dos grupos bien definidos, se observaron algunos ovocitos de 1,25 a 1,50 mm. Cabe hacer notar que la gran abundancia de los ovocitos de pequeño tamaño produce una aparente distorsión visual en la real abundancia de los ovocitos que van a ser desovados, los que se ven muy disminuidos en número.



En ovarios desovados (EMS 5), el grupo de ovocitos de mayor tamaño ha sido ovulado. En otras muestras analizadas, también en EMS 5, fue común observar unos pocos ovocitos hidratados en proceso de reabsorción reciente y de diámetro sobre 1,7 mm. Sigue presente en el ovario el grupo de ovocitos de pequeño tamaño relativo. Otras observaciones permitieron confirmar que el diámetro máximo de este grupo de ovocitos fluctuaba muy poco (entre 0,49 y 0,57 mm). Este diámetro correspondería a un límite natural en ovarios en regresión. Al reiniciarse la actividad reproductiva correspondiente a un nuevo ciclo (EMS 2), en los ovarios se observaron ovocitos de 0,62 a 0,75 mm de diámetro.

Tipo de desove

El análisis de los diámetros de los ovocitos puso de manifiesto la existencia de un grupo de ovocitos hidratados a ser desovados, mientras que no se observó una segunda moda que pudiera ser desovada en la misma temporada de puesta. En algunos ovarios desovados se pudo observar unos pocos ovocitos de 1,3 a 1,4 mm en regresión. Estos ovocitos podrían corresponder a un grupo de ovocitos de tamaño intermedio observados en ovarios en EMS 4 (Fig. 32).

El análisis histológico confirmó el carácter sincrónico del proceso de desove. En ovarios en EMS 4 (en desove), se observaron algunos ovocitos vitelados, que aparentemente no se hidratarían y por tanto corresponderían a ovocitos residuales.

Estadios de madurez gonadal y época de desove.

Considerando que además de los cambios temporales que puedan observarse en el orange roughy también podría haber diferencias en el proceso reproductivo según el caladero, las pescas se analizaron separadamente, aunque correspondían a un mismo mes.



El análisis mensual de la distribución de frecuencia de los EMS mostró una clara evolución a partir de febrero de 1999. La totalidad de la muestra de este mes provenía del caladero JF3. La composición de tamaños de la muestra de este mes comprendió desde los 37 a los 49 cm de longitud de horquilla (LH) para los machos y desde 39 a los 48 cm LH para las hembras (Fig. 33). En este rango de longitudes la mayor proporción de los peces estaban en maduración (EMS 2) y un porcentaje menor de machos se encontraba inmaduro (EMS 1) (Fig. 34).

Las muestras de junio correspondieron a un período comprendido entre los días 26 y 28, todas ellas provenientes de lances de pesca realizados en el caladero JF3. En este mes se observó un mayor rango de longitudes de los peces, con machos distribuidos entre los 39 y los 49 cm LH y hembras entre 40 a 56 cm LH (Fig. 35). Los ejemplares sobre los 50 cm LH correspondieron exclusivamente a hembras. Los machos se encontraban en su mayoría maduros (EMS 3) con una proporción menor en reproducción y evacuados o en regresión (EMS 4 y EMS 5, respectivamente). En las hembras, la mayor parte presentó ovarios maduros con una fracción menor de ejemplares en desove (EMS 4) (Fig. 36).

Las muestras de julio corresponden en su totalidad a pescas realizadas en el caladero JF2, entre los días 25 al 30. La composición de tamaños de esta muestra presentó un rango entre 32 y 54 cm LH para machos y 37 a 62 cm LH para hembras (Fig. 37). Si bien en este los peces en su mayoría ya habían desovado (EMS 5), una fracción menor aún estaba desovando (EMS 4)(Fig. 38). Cabe hacer notar que las muestras de julio fueron obtenidas por diferentes embarcaciones.

Las muestras de agosto corresponden a lances de pesca realizados en los períodos comprendidos entre los días 3 y 5, el día 7 y entre los días 12 y 16, todos ellos en el caladero JF1. Además también se cuentan en este mes muestras del caladero JF2



recolectadas entre los días 4 y 6 y muestras del caladero JF3 recolectadas en los períodos comprendidos entre los días 12 y 16 y entre los días 24 y 28 (Tabla 1).

La composición de tamaño de las muestras recolectadas en el caladero JF1 entre el 3 y 5 de agosto, presentó machos distribuidos entre los 32 y 50 cm LH y hembras entre los 34 cm y 54 cm LH (Fig. 39). Estas muestras indican que la actividad reproductiva ha cesado, con algunos peces inmaduros, principalmente machos y una gran proporción de ejemplares desovados y evacuados (EMS 5) (Fig. 40). La pesca realizada el 7 de agosto, en este mismo caladero, estuvo representada por ejemplares machos entre 34 y 46 cm LH y hembras entre 37 y 52 cm LH (Fig. 41). Las frecuencias de estadios de madurez para esta muestra corresponden también a ejemplares que han cesado la evacuación de gametos, con una fracción mínima de machos en reproducción (EMS 4) y la mayoría de los peces desovados y evacuados (EMS 5) (Fig. 42). Las muestras del 12 al 16 de agosto estuvieron representadas por machos entre 38 y 47 cm LH y hembras entre 38 y 54 cm LH, con el rango por sobre 47 cm LH representado por hembras exclusivamente (Fig. 43). En contraposición a las demás muestras colectadas en agosto en el caladero JF1, se observó una elevada incidencia de peces en desove (EMS 4), la que fue ligeramente menor que la incidencia de ejemplares desovados. La proporción de peces en desove (EMS 4) fue la más alta de los meses analizados (Fig. 44).

En los lances realizados entre el 4 y 6 de agosto en el caladero JF2, el rango de tamaños de los machos estuvo entre 31 y 47 cm LH, y el de las hembras entre 34 y 49 cm LH (Fig. 45). En estas muestras es evidente que el desove ya se ha producido, observándose más del 90% de los ejemplares en el estadio 5 (Fig. 46).

Las pescas realizadas entre el 15 y 17 de agosto en el caladero JF3, estuvieron compuestas principalmente por machos con una distribución entre los 29 y los 49 cm LH, mientras que las hembras se distribuyeron entre los 39 y 53 cm LH (Fig. 47). Se



encontraron peces en todos los EMS, pero la mayor frecuencia correspondió a hembras en desove y machos en reproducción (EMS 4) (Fig. 48), señalando que el proceso de desove continúa en agosto.

En las pescas realizadas en este mismo caladero entre el 24 y 28 de agosto, los machos se distribuyeron entre los 35 y 48 cm LH, mientras que las hembras lo hicieron entre los 30 y 55 cm LH. La proporción de machos fue ligeramente mayor que la de hembras (Fig. 49). Se observó una pequeña proporción de ejemplares aún en proceso de evacuación de gametos (EMS 4) y predominancia de ejemplares desovados (EMS 5) y una incidencia importante de peces en maduración correspondientes al EMS 2 (Fig. 50).

En las muestras obtenidas en el caladero JF1 entre el 5 y 7 de septiembre, las longitudes de los peces utilizados en el análisis de los EMS muestran la misma tendencia de las muestras anteriores, con tallas de machos entre los 31cm y 48 cm LH y de hembras entre 33 cm y 52 cm LH (Fig. 51). No se encontraron ejemplares en desove, en cambio se observó un pequeño porcentaje de peces desovados (en regresión; EMS 5) y un alto porcentaje de peces en maduración (EMS 2), predominante numéricamente sobre el resto de los EMS (Fig. 52). Estos peces corresponderían a ejemplares que habrían entrado a una fase inicial de actividad reproductiva en un nuevo ciclo sexual.

En el caso de las muestras del caladero JF1 obtenidas el 10 de septiembre, se observó un rango de tamaños de machos entre los 34 cm y los 47 cm LH, mientras que en las hembras este se extendió entre 39 cm y 51 cm LH (Fig. 53). La distribución de frecuencias de EMS mostró que el 100% de las hembras estaban en maduración (EMS 2). En los machos predominó el estadio evacuado y en regresión (EMS 5), si bien una fracción importante estaba en maduración. Se observó además una fracción mínima de machos inmaduros (Fig. 54).



La última muestra que se obtuvo antes del cierre de la pesquería, correspondió a los lances en el caladero JF1, realizados el 21 de octubre. Se observó una proporción similar de machos y hembras con los machos distribuidos entre los 34 cm y 49 cm LH y las hembras entre 38 cm y 52 cm LH (Fig. 55). La distribución de frecuencias de los EMS mantuvo la tendencia observada en septiembre, pero en este caso ambos sexos presentaron una mayor proporción de ejemplares en maduración con una fracción menor de ejemplares desovados y en regresión (Fig. 56).

Indice gonádico (IGS) y época de desove

El estudio de la evolución temporal de los índices gonádicos confirma el proceso de maduración gonadal observado a través de las frecuencias relativas de los EMS por caladero y mes.

En el caladero JF1, el IGS en las muestras recopiladas entre agosto y septiembre se mantuvo relativamente estabilizados en niveles bajos. En el caladero JF2 los índices mas altos se registraron el día 27 de julio, lo que sugiere que el IGS alcanzó valores mayores durante los días previos del mes de julio (Fig 57)

En el caladero JF3 es donde se obtuvieron los índices de IGS más altos y éstos fueron registrados entre el 7 y el 15 de agosto (Fig. 58). Es importante señalar que entre el día 9 y 14 de agosto no se tuvo muestras para este caladero. Teniendo en consideración las tendencias que presenta este índice; además, que entre el 15 y 17 de agosto la mayor frecuencia de hembras se encontraba en desove y los machos en reproducción, en este mes estaría focalizado el desove en JF3.

En el caladero JF4 los índices de IGS muestran una tendencia decreciente en agosto-septiembre (Fig. 58), insinuándose una mayor actividad gonádica en el mes de julio.



Las muestras recolectadas en septiembre y octubre presentaron índices gonádicos con valores promedio bajos, representativos de gónadas en regresión y en maduración inicial.

En el caso del recurso alfonsino el análisis macroscópico revela un bajo grado de desarrollo de las gónadas durante el período febrero julio, que es confirmado con los bajos índices de IGS (Fig. 59). En agosto-septiembre, el índice gonádico fue mayor, pero no se evidenció la existencia de un período de desove, lo cual es consistente con lo reportado en la literatura, que indica que este recurso desova en la temporada de verano, entre diciembre y enero (Lehodey., *et al.* 1997).

Fecundidad

La relación entre la fecundidad (F) y el peso total (Pt) en el orange roughy presentó un mejor coeficiente de correlación que cuando se ajustó con la longitud del pez (Fig. 60). El ajuste de una regresión lineal simple entregó la siguiente función

$$F = -19551 + 28.05 * Pt \quad r^2 = 0.43; \quad n = 71$$

Los residuos se muestran en la Fig. 61. La fecundidad promedio estimada fue de 59.805 (d.s: 23.336). Los peces aptos para calcular esta relación (maduros y en comienzo del proceso de hidratación) provinieron de los caladeros JF1 y JF3.

La fecundidad relativa promedio se calculó también para las muestras de los caladeros JF1 y JF3. En el primer caso, la fecundidad relativa fue de 20.093 y en el segundo caso, 21.322 (Fig. 62). Se aplicó un test *t* para determinar si existían diferencias en las estimaciones entre caladeros. El valor de *t* calculado fue de 0,73, con *p* = 0,47 y 69 grados de libertad. Estos resultados indican que las diferencias no



fueron significativas, luego para el total de muestras la fecundidad relativa fue de 20.941 (d.s.: 6.549), con una amplitud entre 6.626 y 35.253.

Talla de primera madurez sexual

La talla 50% de la primera madurez sexual sólo se pudo determinar en machos, ya que en la muestra del estudio reproductivo no se registraron hembras inmaduras. El número de total de machos inmaduros recolectados fue sólo de 18 ejemplares. El resultado de la ecuación logística ajustada a los machos fue el siguiente:

$$Y = \frac{100}{1 + \exp(119,9114 - 3,41168 * LH)}$$

En que Y es el porcentaje de machos sexualmente maduros y LH la longitud horquilla. La talla estimada al 50% fue de 35,1 cm LH, utilizando datos sin agrupar (Fig. 63).

En el caso de las hembras, el ejemplar más pequeño en EMS 2 (en maduración), midió 30 cm LH, el que fue muestreado en las pescas realizadas el 24 de agosto. Las tallas mínimas de las hembras recolectadas en otras fechas se incluyen en la Tabla 45.



Realizar una pesca exploratoria de nuevas áreas de pesca para el recurso orange roughy y su fauna acompañante.

Durante la prospección realizada en octubre de 1999 en la zona comprendida entre los paralelos 24° y 28° L.S. se exploraron y realizaron levantamientos batimétricos de ocho montes submarinos (Fig. 64), cuatro localizados en el área de Taltal, tres en las proximidades de San Félix y uno en la zona de Nazca, cuyas representaciones se entregan en las figuras 65 a 72. Además, se efectuaron 8 lances de pesca, de los cuales tres fueron de prueba de la red (Fig. 73). En general los fondos fueron muy accidentados y duros con pendientes muy irregulares, lo cual influyó en que la mayoría de los lances trabaran en el fondo. En general las capturas fueron bajas y no se registró la presencia de orange roughy ni alfonsino.

El primero monte fue localizado en los 27°29' L.S. y 72°29' L.W. (Fig. 65) y la cima a 880 metros. Se realizaron dos lances de pesca alrededor de los 1.000 metros, los cuales se trabaron en el fondo y no hubo captura. La temperatura estuvo en torno a los 4°C y es adecuada para la presencia del orange. El siguiente monte se localizó en la posición 25°26' L.S. 72°15' L.W. (Fig. 66) a una profundidad de 1.000 metros. La zona era muy profunda por lo cual no se realizó pesca. Sin embargo, se empleó el CDT para tener información sobre la temperatura del fondo, junto con la salinidad y el oxígeno. Los valores de estas variables se muestran en la figura 74. En la posición 25°21' L.S. 72°52' L.W. se prospectó otro monte, de pendiente muy irregular y de fondo duro (Fig. 67). Se observaron algunas marcas en mediagua, que según el experto podrían corresponder a "oreo dory". La temperatura del fondo se mantuvo en rangos aceptables para la presencia del recurso de interés (Fig. 74).

Avanzando en longitud se detectaron otros dos montes, uno en la posición 25°21' L.S. y 75°09' L.W. y el otro en los 25°34' L.S. y 76°09' L.W. (Fig. 68 y 69). No se



observaron marcas y la temperatura del fondo nuevamente se mantuvo en niveles favorables para la presencia del recurso (Fig. 74). En la posición 24°43' L.S. y 77°16' L.W se localizó una montaña que presentó dos cimas, una a los 555 metros y otra a los 540 metros (Fig. 70). Se observaron algunas marcas interesantes. El fondo fue extremadamente accidentado y duro; sin embargo, se realizaron dos lances de pesca, los cuales se trabaron en el fondo. La captura fue muy baja y se registró la presencia de "skippy dory" (Tabla 46). En esta misma área se realizó el levantamiento batimétrico de un monte localizado en los 26°10' L.S. y 78°18' L.W. (Fig. 71).

El último monte prospectado se localizó en la zona de Nazca, en la posición 25°25' L.S. y 81°50' L.W. (Fig. 72). Este monte en la parte superior es duro, pero es fácil para pescar. Se registraron marcas interesantes, por lo que se realizó un lance de pesca alrededor de los 200 metros, estas marcas correspondían a una especie del género *Emmelichthys*. Se capturaron alrededor de 200 kilos, siendo las dos especies más importantes *Emmelichthys* y el "mirror dory" (Tabla 47, Fig. 75). En general los ejemplares capturados fueron pequeños, sin interés comercial (Fig. 76). El mirror dory presentó una talla promedio de 38 cm, con un bajo rendimiento de producción y el *Emmelichthys* alcanzó una longitud promedio de sólo 24 cm.

En el área de Nazca no se continuó con la prospección, debido a un desperfecto del winche de pesca que obligó el retorno de la embarcación a puerto y la suspensión del crucero.

Durante esta prospección, fue detectado un monte en la posición 31°12' LS 71°49,5'W, cuya cima está a 435 metros, es una montaña de fondos muy duros y no se observaron marcas interesantes. De acuerdo algunas comunicaciones personales, la empresa Bío Bío habría capturado algunos ejemplares de orange roughy en este monte, por tal razón se programó realizar lances de pesca al regreso del crucero a Valparaíso, situación que no se concretó debido a la falla del winche.



En el segundo crucero realizado en septiembre del 2000 se exploró el área comprendida entre las latitudes 31°01' y 31°30' L.S. y las longitudes 71°42' y 71°55' L.W (Fig. 77), zona donde se localiza el monte que se señaló en el párrafo anterior. En la figura 78 se detalla la batimetría del monte, que se localiza frente a Punta Sierra (31°11' LS). A parte de este monte, no se registró la presencia de nuevos montes submarinos.

En esta montaña se realizaron siete lances de pesca, entre los 400 y 800 metros de profundidad, de los cuales cuatro se efectuaron con una red de fondo tipo arrow y tres con una red de mediagua que se operó muy próxima al fondo. Esta situación se debió a que la red de fondo sufrió pérdidas importantes de material en el vientre y en el túnel al trabar en el sustrato, caracterizado por la presencia de corales en el sector norte y norte-este. En términos globales las capturas fueron bajas y no se registró la presencia de orange roughy ni tampoco de alfonsino. La captura por especie se detalla en la Tabla 48, siendo las más importantes la reineta y la merluza de cola, que se pescaron principalmente cuando se empleó la red de media agua. En general correspondieron a ejemplares grandes, cuyos indicadores estadísticos de las distribuciones de talla se muestran en las Tablas 49 y 50.

Además se realizaron cinco estaciones oceanográficas donde se tomó información sobre la temperatura, salinidad y oxígeno hasta los 700 metros de profundidad. Los valores de estas variables se muestran en la figura 79, con temperaturas inferiores a 8°C. sobre los 400 metros y una salinidad entre 34.35 y 34.5‰, niveles muy similares a los obtenidos en el crucero anterior frente a Taltal, correspondiendo a las características de la masa de Agua Intermedia Antártica (Sievers & Silva, 1975, 1982) donde habita el orange roughy (Clark *et al*, 2000).



En la montaña de Punta Sierra, durante la temporada de pesca 2000 hubo actividad por parte de la flota que capturó este recurso en forma comercial. Se tiene registro de pesca de orange roughy durante el período mayo-junio, en niveles cercanos a las 230 toneladas. La composición de tamaños de los ejemplares capturados mostró una amplitud entre 37 y 54 cm., alcanzando las hembras un mayor tamaño (Fig. 80). Comparativamente, las longitudes son muy similares a las obtenidas en las capturas de Juan Fernández y el Bajo O'Higgins durante la temporada de pesca 1999.





6. DISCUSIÓN

La pesquería de orange roughy presentó un claro patrón estacional, concentrándose la actividad entre los meses de julio a septiembre, período en que el recurso se agrega en torno a los picachos submarinos, por un comportamiento principalmente de carácter reproductivo (Rosecchi *et al.*, 1988; Kloser *et al.* 1996; Clark & Tracey, 1994; Koslow *et al.* 1995; Lillo *et al.*, 1999).

La actividad se centró en la zona del Archipiélago de Juan Fernández, área donde se detectó la mayor presencia de orange roughy durante la pesca de prospección realizada en 1998 (Lillo *et al.*, 1999). El esfuerzo se distribuyó en proporciones muy similares en cuatro montes submarinos, principalmente entre los 500 y 800 metros profundidad. Comparativamente con lo observado en Nueva Zelanda, en Chile el orange roughy se capturó a menor profundidad (Clark *et al.*, 2000).

Las capturas de los lances orientados al orange roughy presentaron una gran variabilidad, con mucha presencia de lances sin captura y por el hecho de operar sobre agregaciones reproductivas también se obtuvieron lances con capturas altas, compuestas básicamente de orange roughy con un nivel de fauna acompañante muy reducido.

En general, las capturas estuvieron constituidas por ejemplares adultos y de mayor talla promedio que los que se extraen en Nueva Zelanda y Australia (Clark & Tracey, 1994; Bulman *et al.*, 1994). La amplitud de tallas de las capturas fue bastante estrecha y no se observaron diferencias importantes entre caladeros (montes), lo que se podría explicar por lo restringido del período de muestreo, que cubrió la temporada en la cual esta especie forma agregaciones de carácter reproductivo. Diversos estudios informan respecto de la estructura de talla de las capturas de orange roughy, con un rango que fluctúa entre los 11 y 46 cm. de longitud estándar



(9,5 - 41 cm LH). Además, se ha observado que el área de pesca es determinante en gran medida de la distribución de tamaño en la captura (Bulman *et al.*, 1994).

El segundo recurso de importancia correspondió al alfonsino, que si bien constituye fauna acompañante en la pesca de arrastre de fondo de orange roughy, la mayor proporción se extrajo con redes de mediagua. Con este tipo de arte se capturó básicamente alfonsino, donde una cantidad importante correspondió a ejemplares de pequeño tamaño que no tienen interés comercial; en cambio, los ejemplares capturados con arrastre de fondo fueron de mayor tamaño y con valor comercial.

Un aspecto importante de destacar dice relación con el esfuerzo de pesca, que resultó difícil de estimar, debido a factores operacionales y a la forma que es registrado el esfuerzo en la bitácora, ya que en algunos casos corresponde al tiempo que la red permanece en el agua y en otros al tiempo efectivo de pesca, el cual por lo general es bastante corto. En relación a este punto, Lillo *et al.* (1999) señalan que dentro de los aspectos operacionales de la prospección, uno de los factores más relevante lo constituyó el tiempo de arrastre, el cual fluctuó entre 1 y 90 minutos de duración, ubicándose alrededor del 38 por ciento de los lances en un período inferior a 10 minutos. Estos mismos autores, señalan que la alta variabilidad en la duración efectiva de los lances, se puede atribuir además del desconocimiento del comportamiento de este recurso, a los tipos de fondos, que corresponden a terrenos de características irregulares, de pendiente media de 20° y duros. Lo anterior queda respaldado por el hecho que de los 80 lances de pesca realizados en 29 de ellos (36,3%), se observó anomalías en el desarrollo del lance (trabadas).

Otros factores que contribuyen a la alta variabilidad en la duración de los lances de pesca, son la característica gregaria del recurso y su tendencia a localizarse en las cercanías de accidentes topográficos, cima o ladera de los montes submarinos, lo que unido a los tipos de fondos, obliga a tomar un amplio resguardo con el objeto de



mantener por el tiempo estrictamente necesario el contacto entre el sistema de pesca y el fondo (Lillo *et al.*, 1999).

La experiencia de mantención en hielo de pescado entero (forma en que se almacena actualmente el orange roughy) y HG a bordo, mostró que en general el pescado se mantuvo en buenas condiciones en los nueve días que duró el estudio. Los análisis sensoriales, químicos y microbiológicos, coinciden en este resultado, observándose una leve pérdida de calidad del pescado entero a contar del octavo día; en tanto, el pescado HG no presentó pérdida de calidad hasta el noveno día de almacenamiento. Además, se concluye que el recurso alfonsino, es más resistente que el orange roughy.

Al comparar estos resultados con estudios realizados en Nueva Zelanda, se puede concluir que durante los primeros 9 días de almacenamiento el comportamiento de estas especies es similar. De acuerdo Fletcher *et al.*, 1984, no deberían aparecer síntomas de deterioro para ambos tratamientos durante los primeros 11 días, a partir del día 13 el pescado almacenado entero presenta disminución de la calidad sensorial y un aumento del valor K con respecto a los ejemplares almacenados como HG.

Si bien es cierto que el pescado eviscerado y descabezado presenta una mejor calidad a partir del día 11, los costos involucrados en mano de obra y el tiempo que se requiere para procesarlo a bordo de la embarcación, no compensarían el aumento de vida útil de éste.

Una forma de mantener por más tiempo la captura en alta mar, es evitar los daños producidos por el arrastre y el vaciado de la red a bordo. La mejor alternativa para asegurar la calidad de las capturas se basa en realizar una operación de pesca en función de los volúmenes capturados por lance, es decir, no se justificaría realizar



una marea prolongada, si los volúmenes de captura son elevados. Por el contrario, si las capturas por lances son bajas, se debe mejorar el manejo de la pesca para disminuir los daños mecánicos y reducir al mínimo la exposición del pescado a altas temperaturas, prolongando su vida útil y la duración de la marea.

La totalidad de los contenidos estomacales observados correspondieron a tres grupos generales, peces (mictófidios), crustáceos (camarones) y cefalópodos (calamares). Estudios realizados en Australia y Nueva Zelanda señalan estos grupos como los principales componentes de la dieta de orange roughy (Bulman y Koslow, 1992; Rosecchi *et al.*, 1988), siendo los crustáceos el grupo de mayor importancia relativa en número representados por las familias Oplophoridae, Pasiphaeidae y Sergestidae, mientras que los peces constituyen el ítem de mayor importancia en peso principalmente especies de las familias Chauliodontidae y Myctophidae (Rosecchi *et al.*, 1988). Sin embargo, es bastante probable que la importancia relativa de los calamares en la dieta de orange roughy sea frecuentemente subestimada, dado que éstos son digeridos a una tasa mayor que los peces y crustáceos, permaneciendo a menudo sólo los picos (Bulman y Koslow, 1992).

Para las poblaciones de Australia y Nueva Zelanda se ha descrito frecuentemente un cambio de la dieta con la talla, de modo que los juveniles consumen principalmente crustáceos y los adultos principalmente peces y calamares (Bulman y Koslow, 1992; Rosecchi *et al.*, 1988). La amplitud de talla de los ejemplares con contenido estomacal no permite establecer una comparación por rangos de tamaño.

Un factor característico que se observó durante el monitoreo es la baja proporción de ejemplares con contenido estomacal, que también fue observado durante la pesca de prospección realizada en 1998 (Lillo *et al.*, 1999). Rosecchi *et al.* (1988), indican que la proporción de estómagos vacíos tiene un ciclo estacional, con su mayor frecuencia en la época reproductiva. Bulman y Koslow (1992), indican para



aguas australianas que la alta incidencia de estómagos vacíos en orange roughy corresponde a un patrón general señalado para predadores de aguas profundas que se alimentan de grandes invertebrados y peces. (Legand y Rivaton, 1969 *vide* Bulman y Koslow, 1992), han especulado que este patrón indica alimentación infrecuente o una tasa muy rápida de ingestión.

La caracterización del proceso de maduración ovárica del orange roughy presente en aguas chilenas coincide con lo descrito para esta especie en Nueva Zelanda (Pankhurst *et al.*, 1987). Hay un grupo de ovocitos con un diámetro entre 0,2 y 0,4 mm presente durante todo el ciclo, incluso en ovarios desovados, que estaría compuesto por ovocitos previtelogénicos y en vitelogénesis endógena. Es a partir de estos ovocitos de donde se originaría la población de ovocitos que serán desovados en la siguiente fase de maduración ovárica (Pankhurst *et al.*, 1987).

El análisis de las gónadas en el laboratorio, permitió diseñar una escala apreciativa de la madurez sexual de orange roughy para cada uno de los sexos compuestas por 5 estadios. En el caso de los machos la escala propuesta es muy similar a la publicada por Pankhurst *et al.* (1987). Sin embargo, en el caso de las hembras la escala publicada por este autor consta de 6 estadios a diferencia de la escala propuesta conformada de sólo 5. Lo anterior corresponde a una fusión de los estadios 1 y 2 de la escala publicada por Pankhurst *et al.* (1987) (y a la fusión de los estadios 1 al 2 y 6 al 7 de la escala proporcionada por NIWA inicialmente aplicada en los muestreos de recopilación de gónadas a bordo de las embarcaciones pesqueras). La ventaja de la escala de 5 estadios es una menor tasa de error en la asignación macroscópica de los estadios de madurez, frente a una escala de más estadios que dificulta la discriminación entre los mismos al demandar mayor experiencia por parte del muestreador, sobre todo en aquellos estadios correspondientes a ejemplares maduros y en desove.



El proceso de desove del orange roughy no presentó una sincronía. Muestras recolectadas a fines de junio mostraron que el EMS predominante era el de peces maduros, junto con el inicio de la actividad de desove. Las muestras obtenidas a fines de julio y hasta el 7 de agosto correspondieron mayoritariamente a ejemplares desovados, por lo que aparentemente había terminado el período de desove. Sin embargo, las muestras recolectadas el 12 y 15 de agosto estaban constituidas por un porcentaje importante de hembras en proceso de desove o desovadas, que provenían de dos caladeros diferentes. Los ejemplares capturados el 24 de agosto estaban mayoritariamente desovadas, mientras que las muestras obtenidas entre el 5 de septiembre y el 21 de octubre evidenciaron la aparición paulatina de ejemplares en maduración, correspondiendo éstas al inicio de un nuevo ciclo de maduración gonadal.

Las frecuencias de estadios de madurez gonadal (EMS) mostraron una pequeña fracción a fines de junio de peces en desove y desovados (caladero JF2). Antecedentes de una fracción pequeña de hembras desfasada en el inicio del desove se encuentran en (Pankhurst *et al.*, 1987), quienes describen para el área del Challenger Plateau en Nueva Zelanda una pequeña fracción de hembras (menos del 1% de la población desovante total) que desovarían en marzo a diferencia de la fracción mayoritaria de la población que lo hace en julio.

Observaciones realizadas en cuatro áreas de pesca en Australia muestran que el inicio del desove varía de acuerdo al área geográfica, lo que puede ocurrir a mediados de junio o a mediados de julio (Bell *et al.*, 1992). Pankhurst(1988) también reporta variaciones del inicio del desove por área de pesca en Nueva Zelanda, indicando para 1986 una diferencia de hasta 3 semanas entre las áreas de desove ubicadas más al sur (Richie Bank) y más al norte Chatham Rise, las que atribuye diferencias en la longitud del día entre las dos áreas, factor frecuentemente citado como regulador del inicio del desove. Los tamaños de muestra recopilados en este



estudio no permitieron una caracterización del proceso de maduración gonadal por caladero. Sin embargo los datos sugieren posibles diferencias en el inicio del desove entre áreas las que podrán ser esclarecidas en la medida que se disponga de muestras con una buena cobertura temporal de los diferentes caladeros. La principal dificultad de esto radica en que al ser muestreos realizados por la flota comercial, normalmente mostrarán algún grado de agregación temporal y espacial.

Pankhurst (1988), a partir de observaciones realizadas en Nueva Zelanda, indica que los ejemplares de orange roughy no se dispersan una vez producido el desove, sino que permanecen en el área de puesta después de 3 a 4 semanas. Esto explicaría la alta incidencia de peces desovados en las muestras de julio y agosto durante el presente estudio.

El estudio de la evolución temporal del índice gonadosomático (IGS) confirma el proceso de maduración gonadal observado en las frecuencias de los estadios de madurez sexual. A diferencia de las hembras, en los machos la mayor actividad reproductiva no se reflejó en un aumento en los índices gonádicos.

Los datos analizados indican que en general el desove se produjo durante julio y hasta mediados de agosto, no obstante que se observó ejemplares con evidencias de desove ya a fines de junio. La época de desove en el talud continental de Nueva Zelanda ocurre en julio y agosto (Pankhurst *et al.*, 1987). Estos resultados son coincidentes con el presente estudio en estimar la época de desove para mediados de invierno.

La caracterización de los ovarios de acuerdo al diámetro de los ovocitos permitió efectuar al mismo tiempo la selección de los ovarios para las determinaciones de fecundidad. Los valores obtenidos son ligeramente más altos al rango de fecundidad estimado para el orange roughy de Australia, que de acuerdo al área de pesca



presenta fecundidades promedio entre 30.000 y 50.000 ovocitos (Koslow *et al.*, 1995) y menores que el rango mayor de fecundidad observado para diferentes zonas de pesca de Nueva Zelanda extendido entre 11.000 y 180.000 ovocitos por pez (Clark *et al.*, 1994).

En cuanto a la fecundidad relativa (número de ovocitos por kilogramo de pez), el valor promedio fue de 20.941, sin que se detectaran diferencias en las fecundidades relativas de los caladeros JF1 y JF3. Este valor es un poco más bajo que en otras regiones en que se pesca orange roughy. En Nueva Zelanda, estimaciones correspondientes a 5 áreas de pesca y realizadas para el período 1987 a 1991 señalan una fecundidad relativa media entre 26.000 a 49.000 ovocitos (Clark *et al.*, 1994), Pankhurst y Conroy, (1987) también en Nueva Zelanda la estimaron en 22.000 ovocitos y Koslow *et al.* (1995) estimó valores para Australia y Tasmania de 24.750 a 29.650 ovocitos.

El tamaño de muestra fue nuevamente impedimento para un análisis por caladero, no obstante que hay evidencias en otras regiones de variaciones de la fecundidad en las diferentes áreas de pesca, atribuibles a peces de diferentes stocks (Clark *et al.*, 1994).

Clark *et al.* (1994), estimaron relaciones entre la fecundidad y la longitud del pez con coeficientes de determinación en un rango entre 0,2 y 0,3, levemente más bajos que el valor de 0,45 presentado por Pankhurst y Conroy, (1987). El uso en el presente estudio del peso corporal tendió a mejorar el ajuste no obstante que se obtuvo de este modo un $r^2 = 0,43$. Clark *et al.* (1994), señalan que las razones para los bajos coeficiente de determinación en orange roughy no son claras. Al igual que en su estudio, se tomó especial cuidado en que los peces utilizados en éste no correspondiesen a ejemplares que hubiesen desovado parcialmente. Otro factor citado como posible causal por estos autores es el cambio de la fecundidad con la



edad como ha sido señalado por Bagenal, (1978 *fide* Clark *et al.*, 1994). El orange roughy de larga vida y crecimiento lento puede presentar un amplio rango de edades para una misma longitud y por tanto un amplio rango de fecundidad.

La talla 50% de primera madurez de los machos fue de 35,1 cm LH y la hembra madura más pequeña presentó una talla de 30 cm LH. En diferentes áreas de Australia y Tasmania se han reportado tallas expresadas como longitud estándar (LE), que en su equivalencia aproximada a LH dan valores entre 31 y 35 cm para las hembras (Bell *et al.*, 1992). Otros autores indican que la madurez sexual se presenta a los 32 cm LH en los machos y a los 35 cm LH en las hembras (Lyle *et al.*, 1989). Otro trabajo realizado en aguas de Nueva Zelanda, señala una talla 50% de 36,5 cm para machos y 38,5 cm para hembras (Abstract del trabajo de Liwoch y Linkowsky, 1986), pero sin indicar si se trata de LE o LH. Por lo tanto, si bien existen diferencias en el cálculo de la talla de primera madurez en esta especie, nuestra estimación para la talla en los machos es comparable con otros estudios. El dato de la hembra madura más pequeña, está justo bajo el rango de valores de otras estimaciones realizadas (30 cm *versus* 31 cm). Estudios posteriores en que se capture un número mayor de ejemplares de tallas pequeñas podrán verificar estos resultados que se consideran preliminares.

Durante los cruceros de prospección realizados en octubre de 1999 y septiembre del 2000 en la zona norte del país, no se detectaron nuevas áreas de presencia del recurso orange roughy. Los montes prospectados se caracterizaron por presentar fondos muy irregulares y duros, lo que dificultó la operación de pesca. Las capturas fueron muy bajas y tampoco se registró la presencia de alfonsino. Este último recurso ha sido capturado en la zona de la Cordillera de Nazca (Lillo *et al.*, 1999, Smith, com. personal), pero esta área prácticamente no fue prospectada, debido a un desperfecto que se tuvo con el winche del barco, que no permitió continuar realizando lances de pesca.



Las temperaturas y salinidades registradas en las estaciones de muestreo, entre los 500 y 1000 metros de profundidad donde ha sido capturado el orange roughy en Chile, son características de la masa de Agua Intermedia Antártica (Sievers & Silva, 1975, 1982). En este tipo de aguas es donde ha sido reportado el orange roughy (Clark *et al.*, 2000); por lo tanto, las condiciones detectadas en los montes submarinos del norte son favorables para la presencia del recurso.



7. CONCLUSIONES

- ❖ Los montes submarinos constituyen un hábitat importante para especies como el orange roughy, es así que la pesquería en 1999 estuvo focalizada en cuatro montes del Archipiélago de Juan Fernández .
- ❖ La actividad se desarrolló principalmente entre julio y octubre, capturando 775 toneladas de orange roughy, lo que representó sólo el 52 por ciento de la cuota global vigente para 1999.
- ❖ La captura por lance orientado a orange roughy presentó una gran variabilidad, con mucha presencia de lances sin captura y por el hecho de operar sobre agregaciones reproductivas también se obtuvieron lances con capturas altas, compuestas básicamente por este recurso con un nivel de fauna acompañante muy reducido. Esta situación produce rendimientos de pesca con una baja precisión, que limita su uso como indicador de la abundancia del recurso.
- ❖ La captura de orange roughy estuvo constituida por ejemplares adultos y de mayor talla promedio que la reportado en Nueva Zelanda y Australia.
- ❖ El segundo recurso de importancia fue el alfonsino. Se extrajo principalmente con red de mediagua, arte que demostró ser adecuado para su captura; no obstante, que una proporción alta de ejemplares fue de tamaño pequeño (juveniles), sin interés comercial.
- ❖ Un análisis químico de los dos principales recursos capturados indica que éstos presentan un alto contenido de proteína (17-18%) y un porcentaje de lípidos que califica al orange roughy como una especie semi-grasa y al alfonsino como especie grasa.



- ❖ La experiencia de mantención a bordo del pescado entero y HG en hielo, demostró que al cabo de nueve días (período que duró el estudio) el producto se encontraba en buenas condiciones, siendo más resistente el alfonsino que el orange roughy.
- ❖ La producción de filete congelado de orange roughy se exportó directamente a un mayorista en Estados Unidos, generando ingresos en 1999 por 2,1 millones de dólares. El orange roughy es un recurso, dentro de los peces, que se transó a los mejores precios (US\$ 10,7/kilo), después del turbot.
- ❖ El contenido estomacal correspondió a tres grupos generales, peces (mictófidós), crustáceos (camarones) y cefalópodos (calamares), siendo los dos primeros los principales componentes observados en la dieta de orange roughy. Otro factor característico fue la presencia de una alta proporción de estómagos vacíos.
- ❖ El proceso de maduración ovárica coincide con lo descrito para esta especie en otras áreas de distribución. Corresponde a un desovador total, isocronal, con un desove entre julio y agosto.
- ❖ Las muestras analizadas, que guardan relación con la operación de la flota, no permitió realizar un análisis detallado por caladero (montes), que parecieran tener dinámicas reproductivas diferentes.
- ❖ La fecundidad promedio total y relativa fue de 59805 ovocitos y de 20941 ovocitos/kilo. Estos valores son comparables a los estimados en áreas de pesca de Australia y Nueva Zelanda.
- ❖ La talla 50% de la primera madurez sexual sólo se pudo determinar en machos, ya que en el muestreo de gónadas no se registraron hembras inmaduras. Esta se



estimó en 35,1 cm de longitud de horquilla, en el caso de las hembras, el ejemplar más pequeño en maduración midió 30 cm LH.

- ❖ En el área prospectada en dos cruceros realizados entre los paralelos 24° y 32° L.S. no se registró la presencia de orange roughy; sin embargo, las temperaturas y las salinidades, características de la masa de Agua Intermedia Antártica, son favorable para la presencia del recurso. El alfonsino, tampoco estuvo presente en las capturas.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



8. BIBLIOGRAFÍA

- Balbontín, F. y R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 28:111- 132.
- Bell, J., J. Lyle, C. Bulman, K. Graham, G. Newton and D. Smith. 1992. Spatial variation in reproduction, and occurrence of non-reproductive adults, in orange roughy *Hoplostethus atlanticus* Collett (Trachichthyidae), from south-eastern Australia. J. Fish Biol. 40: 107-122.
- Bulman, C.M. and J.A. Koslow. 1992. Diet and food consumption of deep-sea, orange roughy *Hoplostethus atlanticus* (Pisces: Trachichthyidae), off southern Australia. Mar. Ecol. Prog. Ser. 4:115-129.
- Bulman, C. M., S.E. Wayte & N.G. Elliot. 1994. Orange roughy Surveys, 1988 and 1989; Parte A: Indices de Abundancia; Parte B: Biological data. CSIRO Marine Laboratories. Report 125
- Clark, M., D. Fincham and D. Tracey. 1994. Fecundity of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) in New Zealand waters. N. Zealand J. Mar. Freshw. Res. 28: 193-200.
- Clark, M. R. & M. Tracey. 1994. Changes in a population of orange roughy *Hoplostethus atlanticus*, with commercial exploitation on the Challenger Plateau, New Zealand. Fishery Bulletin 92: 236-253
- Clark, M., O. Anderson, R. Francis and D. 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. Fisheries Research 45: 217-238.
- FAO, Anuario Estadístico de desembarque y producción 1997. En: www.fao.org/fi/



- Fischer, W. and F. Balbontín. 1970. On the investigation of ovarian cycle and fecundity of fish with special reference to partial spawners. *Berichte der Deutschen Wiss. Komm. für Meeresforschung* 21: 56-77.
- Francis, R. I. 1992. Use of risk analysis to assess fishery management strategies: A case study using orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) on the Chatham Rise, New Zealand. *Can. J. Aquat. Sci.*, Vol 19: 922-930.
- Francis, R.I.C. and M.R. Clark. 1998. Inferring spawning migrations of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) from spawning ogives. *Mar. and Freshwat. Res.* 49: 103-108.
- Haddon, M. and T.J. Willis. 1995. Morphometric and meristic comparison of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*: Trachichthyidae) from the Puysegur bank and Lord Howe rise, New Zealand, and its implications for stock structure. *Mar. Biol.* 123: 19-27.
- Horn, P. L., D. M. Tracey and M.R. Clark. 1998. Between – area differences in age and length at first maturity of the orange roughy *Hoplostethus atlanticus*. *Marine Biology.* 132: 187 – 194.
- Hunter, J.R. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. En: R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report, NMFS 36: 63-65.
- INFOPECA. 1997-1999. Noticias Comerciales.
- Kloser, R.J., J. A. Koslow, and A. Williams. 1996. Acoustic assessment of the biomass of a spawning aggregation of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*, Collett) off South-eastern Australia, 1990-93. *Mar. Freshwater Res.* 47:1015-1024.
- Koslow, J.A., J. Bell, P. Virtue and D.C. Smith. 1995. Fecundity and its variability in orange roughy: effects of population density, condition, egg size and senescence. *J. of Fish Biology* 47: 1063-1080.



- Lehodey, P., R. Grandperrin & P. Marchal. 1997. Reproductive biology and ecology of a deep-demersal fish, alfonsino *Beryx splendens*, over seamounts off New Caledonia. *Marine Biology* s28: 17-27.
- Leiva, B., R. Bahamonde, M. Rojas y M. Donoso. 1997. Aspectos Pesqueros Biológicos. En: 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 y 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.
- Liwoch, M. And T.B. Linkowsky. 1986. Some biological features of orange roughy *Hoplostethus atlanticus* (Trachichthyidae) from New Zealand waters. Pr. Morsk. Inst. Ryback. Gdynia Rep. Sea Fish. Inst. Ddynia 21 :27-41.
- López, M.T., C. Leyton & M.E. Graf. 1982. Técnicas de histología y citología. Departamento de Biología Celular y Genética, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Lyle, J.M., K.R. Evans and M.A. Wilson. 1989. A summary of orange roughy biological information: 1981-1986. Tech. Rep. Mar. Laboratory, Dept. of Sea Fisheries, Tasmania N° 39, 47 p.
- Mace, P. M., Fenaughey, J. M. Coburn, R. P. And Doonan, I. J. 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.
- Pankhurst, N.W. and A.M. Conroy. 1987. Size-fecundity relationships in the orange roughy, *Hoplostethus atlanticus*. *New Zealand Journal of Marine and Fresh Water Research*.21:295-300.



- Pankhurst, N.W., P.J. McMillan and D.M. Tracey. 1987. Seasonal reproductive cycles in three commercial exploited fishes from the slope waters off New Zealand. *J. Fish Biol.* 30: 193-211.
- Pankhurst, N.W. 1988. Spawning dynamics of orange roughy, *Hoplostethus atlanticus*, in mid-slope waters of New Zealand. *Environmental Biol. Fishes* 21: 101-116.
- Robertson, D., P. Grimes and P. McMillan. 1984. Orange roughy on Chatham Rise, results of a trawl survey. August-September 1982. N.Z. Fish. Res. Div. Occ. Pub. Nº 46, 27 pp.
- Rosecchi, E., D.M. Tracey, W. R. Webber. 1988. Diet of orange roughy, *Hoplostethus atlanticus* (Pisces: Trachichthyidae) on the Challenger Plateau, New Zealand. *Mar. Biol.* 99: 293-306.
- Scott, D., G. Fletcher, M. Hogg, J. Ryder, G. Summers and R. Seelye. 1984. Storage characteristics of orange roughy held in ice. *Fish Processing Bulletin*, Nº 3.
- SERNAPESCA. 1997-1999. Anuarios Estadísticos de Pesca.
- Sievers, H. y N. Silva. 1975. Masas de agua y circulación frente a la costa de Chile entre las latitudes 18°S - 33°S.. Operación Oceanográfica MARCHILE VII. *Cien. y Tec. del Mar. Contribución CONA* 1:7-67
- Sievers, H. y N. Silva. 1982. Masas de agua y circulación frente a la costa de Chile entre las latitudes 18°S - 33°S.. Operación Oceanográfica MARCHILE VIII. *Cien. y Tec. del Mar. Contribución CONA* 6: 11-99.
- Smith, D.C., G.E. Fenton, S.G. Robertson and S.A. Short. 1995. Age determination and growth of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*): a comparison of annulus counts with radiometric ageing. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 52, 391-401.



- Tracey, D.M. and Horn, P.L. 1998. Background and review of ageing roughy (*Hoplostethus atlanticus*, Trachichthyidae) from New Zealand and elsewhere. *MS* :1-41.
- Zeldis, J.R., R.I.C. Francis, M.R. Clark, J.K.V. Ingerson, P.J. Grimes and M. Vignaux. 1997. An estimate of orange roughy, *Hoplostethus atlanticus*, biomass using the daily fecundity reduction method. *Fish. Bull.* 95: 576-597.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

TABLAS



Tabla 1. Número de muestras de orange roughy analizadas por mes y por caladero, en el estudio reproductivo.

Fecha	Caladero	Machos	Hembras
Febrero 3-5	JF3	33	19
Junio 26-28	JF3	15	7
Julio 25-27	JF2	35	58
Julio 27	JF2	0	49
Julio 30	JF2	49	40
Agosto 3-5	JF1	73	57
Agosto 4-6	JF2	50	64
Agosto 7	JF1	79	55
Agosto 12-16	JF1	14	93
Agosto 15-17	JF3	68	26
Agosto 24-28	JF3	84	66
Septiembre 5-7	JF1	102	77
Septiembre 10	JF1	23	17
Octubre 21	JF1	21	23

**Tabla 2.** Características de las embarcaciones que operaron en la pesquería de orange roughy en 1999.

Barco	Eslora	Manga	TRG	HP	CB
1	58.60	11.20	1085	1900	564
2	48.14	10.50	866	1900	613
3	48.67	11.00	945	2400	s/i
4	42.84	10.07	507	1950	295
5	43.56	10.00	606	1500	380
6	47.80	10.50	930	2194	564
7	47.80	11.50	930	2194	564
8	49.9	11.8	902	2000	470
Promedio	48.20	10.68	838	2005	497

Tabla 3. Número de viajes, captura de orange roughy, esfuerzo y rendimiento de pesca, por barco. Monitoreo de la Pesquería, 1999.

BARCO	NUMERO VIAJES	CAPTURA (kg)	ESFUERZO		RENDIMIENTO	
			Nº Lances	H_arrastre	kg/lance	kg/30 min
1	1	18090	7	7	2584	1292
2	7	144262	133	54	1085	1336
3	6	153612	58	36	2648	2134
4	1	32643	40	56	816	291
5	1	77004	34	23	2265	1674
6	3	160647	109	22	1474	3651
7	3	133140	90	33	1479	2017
8	1	11630	22	7	529	831
Total	23	731028	493	238	1483	1536

**Tabla 4 .** Captura (kg.) de orange roughy por zona de pesca y mes. Monitoreo de la Pesquería, 1999.

		MES						TOTAL
		Febrero	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	
BHO	Captura	.	0	16400	.	6450	690	23540
	%	.	.0	15.3	.	5.8	3.7	3.2
JF1	Captura	0	0	30000	60072	37419	8442	135933
	%	.0	.0	28.0	12.2	33.7	45.0	18.6
JF2	Captura	0	0	51494	37578	1200	9648	99920
	%	.0	.0	48.1	7.6	1.1	51.4	13.7
JF3	Captura	1740	980	9144	114114	.	.	125978
	%	100.0	100.0	8.5	23.2	.	.	17.2
JF4	Captura	.	0	0	178465	66029	.	244494
	%	.	.0	.0	36.3	59.4	.	33.4
Otros	Captura	.	0	94	101029	40	.	101163
	%	.	.0	.1	20.6	.0	.	13.8
Total	Captura	1740	980	107132	491258	111138	18780	731028
	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

**Tabla 5.** Captura (kg.) reportada en la bitácoras de pesca en la pesquería de orange roughy, por especie y zona de pesca. Monitoreo, 1999.

Especie	Zonas de Pesca						Total
	BHO	JF1	JF2	JF3	JF4	Otras	
Orange roughy	23540	135933	99938	125978	244494	101163	731046
Alfonsino	58960	175054	405322	628	36675	48384	725023
Merluza de cola	18120	2520	1725	69	69356	162582	254372
Merluza común	128700	128700
Besugo	57980	57980
Merluza sur	32759	32759
Congrio dorado	5692	5692
Cojinova ploma	30	4741	4771
Raya	2850	2850
Merluza 3 aletas	150	1110	1260
Otras sp	.	20	80	.	.	420	520
Tollo fume	.	.	10	154	98	.	262
Pejerrata	.	.	.	56	72	.	128
B. de profundidad	.	.	.	9	62	31	102
Chancharro	.	.	.	1	.	90	91
Pejegallo	30	30
Tollo de cacho	.	.	.	26	.	.	26
Brótula	.	.	5	12	.	.	17
Jibia	.	.	.	3	.	.	3
Jaiba araña	.	.	.	3	.	.	3
Calamar	.	.	.	1	.	.	1
Langosta enana	.	.	.	1	.	.	1
TOTAL	100620	313527	507080	126941	350937	546532	1945637



Tabla 6 . Esfuerzo de pesca (horas) orientado a la captura de orange roughy, por zona de pesca y mes. Monitoreo de la Pesquería, 1999.

		MES						Total
		Febrero	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	
BHO	Esfuerzo	.	.57	.13	.	8.07	3.85	12.62
	%	.	8.9	.8	.	20.5	34.7	5.3
JF1	Esfuerzo	2.02	1.28	.13	22.72	16.33	5.67	48.15
	%	52.4	20.2	.8	14.1	41.5	51.1	20.2
JF2	Esfuerzo	.42	.95	7.17	35.93	.40	1.58	46.45
	%	10.8	14.9	44.7	22.3	1.0	14.3	19.5
JF3	Esfuerzo	1.42	2.63	1.45	41.68	.	.	47.18
	%	36.8	41.4	9.0	25.8	.	.	19.8
JF4	Esfuerzo	.	.32	.73	32.17	12.18	.	45.40
	%	.	5.0	4.6	19.9	31.0	.	19.1
Otras	Esfuerzo	.	.62	6.43	28.83	2.37	.	38.25
	%	.	9.7	40.1	17.9	6.0	.	16.1
TOTAL		3.85	6.37	16.05	161.33	39.35	11.10	238.05
%		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Tabla 7 . Captura (t.) de orange roughy y esfuerzo de pesca (horas arrastre) por estrato de profundidad (metros). Monitoreo de la Pesquería, 1999.

Intervalo de Profundidad	Captura		Esfuerzo	
	Total	%	Total	%
400 - 500	1	.1%	11.50	4.9%
500 - 600	88	12.0%	32.95	14.0%
600 - 700	465	63.8%	130.30	55.3%
700 - 800	124	17.0%	47.32	20.1%
> 800	52	7.2%	13.53	5.7%
Total	731	100.0%	238.05	100.0%



Tabla 8 . Distribución porcentual de las capturas de orange roughy por zona de pesca y estrato de profundidad (metros). Monitoreo de la Pesquería, 1999.

Intervalo de Profundidad	Zonas de Pesca					
	BHO	JF1	JF2	JF3	JF4	Otras
400 - 500	.0%	.0%	.0%	.	.2%	.
500 - 600	.0%	16.7%	.0%	.	17.4%	22.2%
600 - 700	30.3%	53.5%	25.7%	88.1%	81.6%	49.5%
700 - 800	69.7%	29.2%	35.6%	3.2%	.0%	28.3%
> 800	.	.6%	38.6%	8.8%	.7%	.

Tabla 9 . Distribución porcentual del esfuerzo por zona de pesca y estrato de profundidad (metros). Monitoreo de la Pesquería, 1999

Intervalo de Profundidad	Zonas de Pesca					
	BHO	JF1	JF2	JF3	JF4	Otras
400 - 500	12.4%	1.6%	13.3%	.	6.6%	.
500 - 600	16.9%	11.6%	.7%	.	29.8%	30.5%
600 - 700	69.6%	70.2%	29.9%	64.6%	57.3%	49.7%
700 - 800	1.1%	14.3%	36.3%	33.5%	1.0%	19.8%
> 800	.	2.3%	19.8%	1.9%	5.3%	.



Tabla 10. Número de viajes, captura de alfonsino, esfuerzo y rendimiento de pesca, por barco. Monitoreo de la Pesquería, 1999.

BARCO	NUMERO VIAJES	CAPTURA (kg)	ESFUERZO		RENDIMIENTO	
			Nº Lances	H_arrastré	kg/lance	kg/30 min
1	1	5960	7	10	851	301
2	7	272740	51	33	5348	4185
3	6	345796	34	27	10170	6419
4	1	4216	2	7	2108	316
5	1	26381	17	18	1552	752
6	3	19370	21	6	922	1709
7	3	49500	28	15	1768	1689
8	1	1060	7	2	151	312
Total	23	725023	167	116	4341	3134

Tabla 11. Captura (kg.) de alfonsino por zona de pesca y mes. Monitoreo de la Pesquería, 1999.

		MES						Total
		Febrero	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	
BHO	Captura	.	0	18400	.	13770	26790	58960
	%	.	.0	55.4	.	3.6	15.9	8.1
JF1	Captura	.	.	14750	2502	157542	260	175054
	%	.	.	44.4	3.6	41.0	.2	24.1
JF2	Captura	60	70400	60	508	193394	140900	405322
	%	66.7	100.0	.2	.7	50.4	83.9	55.9
JF3	Captura	30	0	.	598	.	.	628
	%	33.3	.0	.	.9	.	.	.1
JF4	Captura	.	0	.	35355	1320	.	36675
	%	.	.0	.	50.9	.3	.	5.1
Otros	Captura	.	.	.	30504	17820	60	48384
	%	.	.	.	43.9	4.6	.0	6.7
Total	Captura	90	70400	33210	69467	383846	168010	725023
	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



Tabla 12. Captura (t.) de alfonsino y esfuerzo de pesca (horas arrastre) por estrato de profundidad (metros). Monitoreo de la Pesquería, 1999.

Intervalo de Profundidad	CAPTURA		ESFUERZO	
	Total	%	Total	%
400 - 500	137	20.8%	19.33	17.7%
500 - 600	39	6.0%	19.82	18.1%
600 - 700	394	59.9%	60.33	55.3%
700 - 800	87	13.2%	9.50	8.7%
> 800	0	.0%	.22	.2%
Total	725	100.0%	115.67	100.0%

Tabla 13. Distribución porcentual de las capturas de alfonsino por zona de pesca y estrato de profundidad (metros). Monitoreo de la Pesquería, 1999.

Intervalo de Profundidad	Zonas de Pesca					
	BHO	JF1	JF2	JF3	JF4	Otras
400 - 500	2.8%	.	38.0%	.	14.2%	.4%
500 - 600	14.5%	4.6%	1.3%	.	23.6%	21.3%
600 - 700	51.5%	60.6%	60.6%	76.1%	61.8%	61.3%
700 - 800	31.2%	34.8%	.0%	23.9%	.	16.9%
> 8003%	.

**Tabla 14.** Evaluación organoléptica de una muestra de orange roughy y alfonsino capturado con redes de arrastre y almacenado en hielo como pescado entero y H.G.

	Orange Roughy		Alfonsino	
	Entero	H.G.	Entero	H.G.
Día 0				
Ojos	Brillosos y transparentes		Brillosos y transparentes	
Limo superficial	No		No	
Color	Rojo oscuro		Rojo oscuro	
Elasticidad	Si		Si	
Apariencia branquias	Rojo oscuro sin limo		Rojo oscuro sin limo	
Olor branquias	Natural a mar		Natural a mar	
Apariencia cavidad estomacal				
Día 1 a 4				
Ojos	Brillosos y transparentes		Brillosos y transparentes	
Limo superficial	No	No	No	No
Color	Rojo oscuro		Rojo oscuro	
Elasticidad	Si	Si	Si	Si
Apariencia branquias	Rojo oscuro sin limo		Rojo oscuro sin limo	
Olor branquias	Natural a mar		Natural a mar	
Apariencia cavidad estomacal		Buena, olor natural a mar		Buena, olor natural a mar
Día 5				
Ojos	Brillosos y transparentes		Brillosos y transparentes	
Limo superficial	No	No	No	No
Color	Rojo oscuro		Rojo oscuro	
Elasticidad	Si	Si	Si	Si
Apariencia branquias	Rojo opaco sin limo		Rojo oscuro sin limo	
Olor branquias	Natural a mar		Natural a mar	
Apariencia cavidad estomacal		Buena, olor natural a mar		Buena, olor natural a mar
Día 6				
Ojos	Brillosos y transparentes		Brillosos y transparentes	
Limo superficial	No	No	No	No
Color	Rojo oscuro		Rojo oscuro	
Elasticidad	Si, con una leve pérdida	Si	Si	Si
Apariencia branquias	Rojo opaco sin limo		Rojo oscuro sin limo	
Olor branquias	Natural a mar		Natural a mar	
Apariencia cavidad estomacal		Buena, olor natural a mar		Buena, olor natural a mar



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Cont'

	Orange Roughy		Alfonsino	
	Método Patrón	H.G.	Método Patrón	H.G.
Día 7				
Ojos	Brillosos		Brillosos y transparentes	
Limo superficial	No	No	No	No
Color	Rojo oscuro		Rojo oscuro	
Elasticidad	Si, con una leve pérdida	Si, con una leve pérdida	Si	Si
Apariencia branquias	Rojo opaco sin limo		Rojo opaco sin limo	
Olor branquias	Natural a mar		Natural a mar	
Apariencia cavidad estomacal		Buena, olor natural a mar		Buena, olor natural a mar
Día 8				
Ojos	Brillosos		Brillosos y transparentes	
Limo superficial	No	No	No	No
Color	Rojo oscuro		Rojo oscuro	
Elasticidad	Si, con una leve pérdida	Si, con una leve pérdida	Si	Si
Apariencia branquias	Rojo opaco sin limo		Rojo opaco sin limo	
Olor branquias	Natural a mar		Natural a mar	
Apariencia cavidad estomacal		Buena, olor natural a mar		Buena, olor natural a mar
Día 9				
Ojos	Brillosos		Brillosos y transparentes	
Limo superficial	No	No	No	No
Color	Rojo anaranjado		Rojo oscuro	
Elasticidad	Si, con una leve pérdida	Si, con una leve pérdida	Si, con una leve pérdida	Si, con una leve pérdida
Apariencia branquias	Rojo opaco con limo		Rojo opaco con limo transparente	
Olor branquias	Natural a mar		Natural a mar	
Apariencia cavidad estomacal		Buena, olor natural a mar		Buena, olor natural a mar

**Tabla 15.** Análisis proximal del orange roughy y alfonsino.

Muestra	Humedad	Cenizas	Proteínas	Lípidos	ENN * dif
O. roughy	73.48%	1.16%	17.44%	4.96%	2.96%
Alfonsino	70.42%	1.45%	17.62%	8.22%	2.29%

Tabla 16. Análisis de total de bases volátiles (mg. NBVT/100 g.), en muestras de pescado entero y HG. de orange roughy, por días de almacenamiento

Días	Entero	HG
0	12.52	12.52
4	14.07	11.31
6	12.64	12.32
9	13.03	16.48

Tabla 17. Análisis microbiológico de la muestras de pescado entero y HG. de orange roughy, por días de almacenamiento.

Muestra	R. total (UFC/g)	Coliformes totales (NMP/g)	E. coli (NMP/g)	S. áureus (NMP/g)	L. monocytogenes Presencia (+) o (-)
Entero/0	50	< 3	< 3	< 3	(-)
Entero/9	2.500	< 3	< 3	< 3	(-)
H.G./9	4.600	< 3	< 3	< 3	(-)

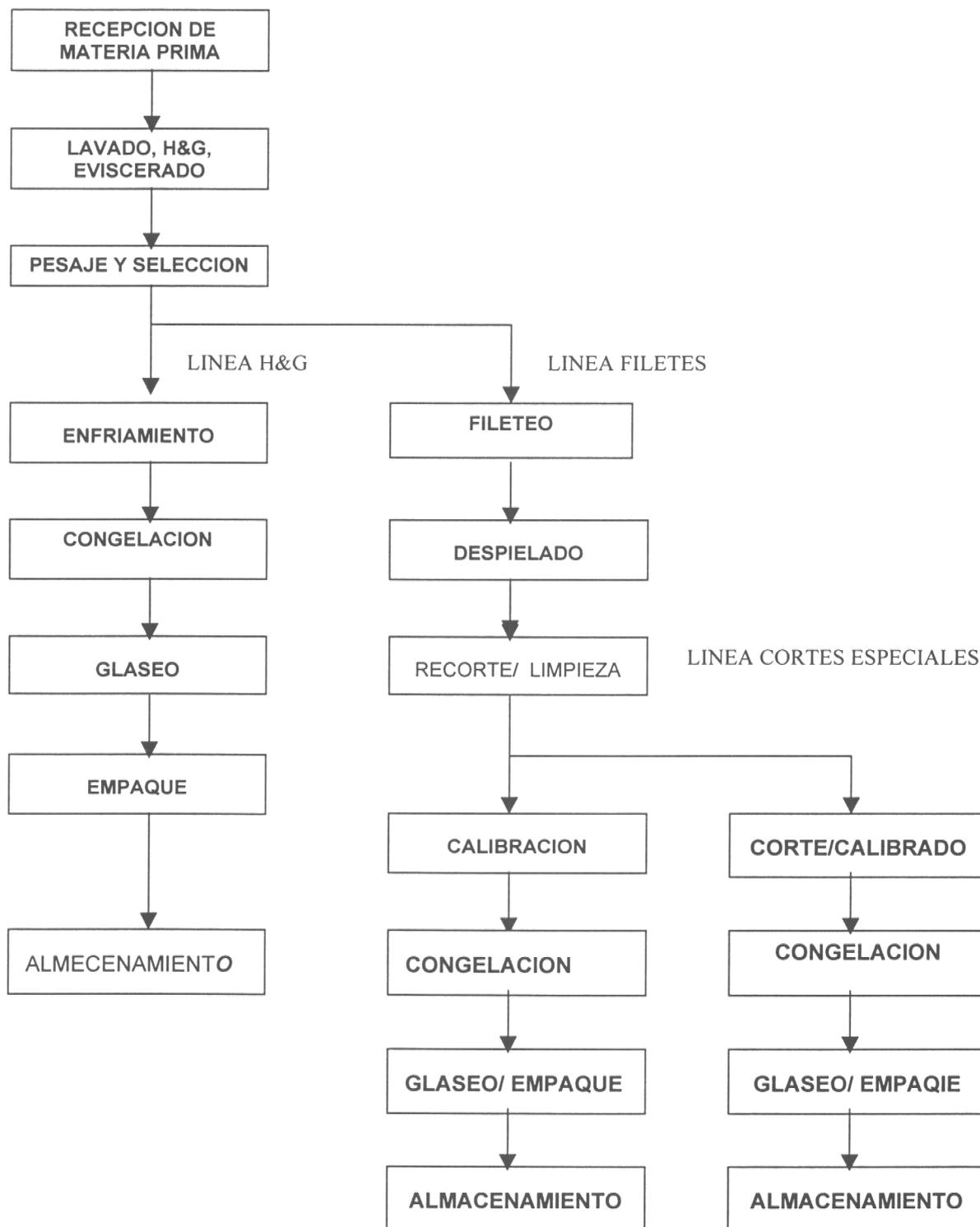


Tabla 18. Análisis de total de bases volátiles (mg. NBVT/100 g.), en muestras de pescado entero y HG. de alfonsino, por días de almacenamiento

Días	Entero	HG
0	17.85	17.85
4	15.69	16.59
6	19.17	14.24
9	15.99	18.21



Tabla 19. Diagrama de flujo productos elaborados a partir de orange roughy



**Tabla 20.** Estándares de calidad utilizados en orange roughy y que están basados en la "Normas nacionales generales para productos pesqueros".

ANALISIS	LIMITE MAXIMO
MICROBIOLOGICOS	
Recuento total	500.000 ufc /g
Coliformes fecales	4 NMP/ml
Coliformes totales	200 ufc/g
Estafilococcus aureus	100 NMP/ml
Salmonella	Ausencia
Sulfitorreductores	Ausencia
QUIMICOS	
Trimetilamina	15 mg / 100 g
B.V.T	30 mg/100 g
Mercurio	0.5 ppm

Tabla 21: Captura mundial de orange roughy, por país. Período 1992 a 1997

PAÍS	CAPTURA MUNDIAL (t)					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
N.Zelandia	36568	29681	31718	33077	28639	20545
Namibia				6377	13379	15647
Australia	18814	12482	10645	7297	4883	3476
Noruega	2	1602				
TOTAL	55384	43765	42363	46751	46901	39668

Fuente: Anuario FAO 1997

**Tabla 22.** Calibración de filetes congelados de orange roughy, sin piel y sin espinas (<http://www.seafood.co.nz>, 1996).

Gramos	Onzas
60-115	2-4
115-175	4-6
175-225	6-8
> 225	> 8

Tabla 23. Exportaciones chilenas de orange roughy congelado. 1997 y 1999

Empresa	1997			1999		
	Cantidad	Valor	Precio	Cantidad	Valor	Precio
Tipo de producto	(t)	(MUS\$)	US\$/t	(t)	(MUS\$)	(US\$/t)
TOTAL	50,5	321	6352	196,8	2.098	10.661
Cong. ,del Pacífico.	49,0	316	6450	27,1	308	11.368
Australia						
Filete s/e	30,0	133	6122	-	-	-
Estados Unidos						
Filete s/e	19,1	133	6967	27,1	308	11.368
Pesca Chile	1,5	5	3129	34,4	294	8556
Estados Unidos						
Filete s/e	1,5	5	3129	34,4	294	8556
Pesquera El Golfo S.A.	-	-	-	37,2	415	11.155
Estados Unidos						
Filete s/e	-	-	-	37,2	415	11.155
Pesquera Frío Sur	-	-	-	98,1	1.080	11.016
Estados Unidos						
Filete s/e	-	-	-	98,1	1.080	11.016

Fuente: Elaborado por IFOP a partir de información de Aduanas

**Tabla 24.** Clasificación de las exportaciones chilenas de orange roughy, por calibre, según empresas exportadoras. 1999

EMPRESA	CALIBRES
Pesca Chile	2-4, 4-6, 6-8 y 8 –10 onzas
Frío Sur	2-4 y 2-8 onzas
Pesquera el Golfo	6-8 onzas
Congelados del Pacífico	6-8 y 8-12 onzas

Fuente: Elaborado por IFOP en base a información de ADUANAS

Tabla 25. Exportaciones totales de orange roughy efectuadas por Nueva Zelanda. Período 1992 a 1999

AÑOS	CANTIDAD (miles de toneladas)	VALOR (US\$ FOB)
1992	12.1	307,1
1993	14.7	372,4
1994	12.4	283,2
1995	12,3	230,4
1996	...	154,3
1997	...	193,2
1998	...	146,5
1999	...	195,5

Fuente:

Año 1992-1995: New Zealand Official Yearbook 1998

Año 1996-1999 Valores obtenidos en www.seafood.nz.co

No se dispone de información



Tabla 26. Valores de exportaciones de orange roughy fresco-refrigerado (MUS\$ FOB) efectuadas por Nueva Zelandia, según principales países de destino. Período 1995 a 1998.

País	1995	1996	1997	1998	Particip. (%) en 1998
E. Unidos	3848	1954	1984	9576	96,3
Australia	2.164	2191	2638	36	0,4
Canadá	0		24	321	3,2
Japón	1250	566	525	-	0,0
Otros	405	853	592	7	0,1
TOTAL	7667	5565	5765	99939	100,0

Fuente: www.seafood.co.nz

Tabla 27. Valores de exportaciones de orange roughy congelado (MUS\$ FOB) efectuadas por Nueva Zelandia, según principales países de destino. Período 1995 a 1998.

País	1995	1996	1997	1998	Particip. (%) en 1998
E. Unidos	203695	157142	131499	115597	84,3
Australia	11363	7159	11129	12924	9,4
Canadá	5729	4783	3679	3944	2,9
Japón	3236	2414	2468	1322	1,0
Otros	2874	8832	5543	3263	2,4
TOTAL	226897	180330	154318	137044	100,0

Fuente: www.seafood.co.nz

**Tabla 28.** Importaciones de filetes congelados de orange roughy efectuadas por Estados Unidos, según país de origen. Período 1995 a 1999.

	1995		1996		1997		1998		1999 a/	
	cantidad (t)	Valor (MUS\$)								
TOTAL	8539,9	80269	1156,0	94287	13134,3	98676,8	10247,8	83800,8	3771,2	38664,7
Nva. Zelandia	7874,4	74.228	8555,2	73114	7519,5	59717,5	5563,8	47828,5	2709,4	27462,1
China			603,2	4872	1080,5	8288,6	17,7	169,4		
Australia	520,0	5157	500,4	4244	737,6	6130,5	1426,0	13026,4	672,7	7907,5
Corea del Sur			264,9	2341	98,1	883,8				
Namibia	94,1	724	1273,5	9314	3646,1	23270,3	315,0	22067,3	366,6	3271,1
Marruecos							16,5	104,5		
Canadá	32,5	39	45,1	371	7,3	52,2			20,7	6
Chile					19,1 b/	133,2				
Argentina			16,8	30						
Uruguay					1,5	9,1				
Japón	14,6	81			8,5	91,5	9,0	109,3		
Lituania	3,7	34								
Sud África						100,1				
Tailandia	0,4	5								
Holanda	0,2	1					39,4	263,2		
I. Vírgenes Británicas									1,8	18
España							25,6	232,2		
Trinidad Tobago			91	1						

Fuente: Annual TRADE By Product for all Countries

a/ hasta julio 1999

b/ existe una pequeña diferencia con la información dada en las estadísticas chilenas por Aduana



Tabla 29. Precios mensuales (us\$/kg) de filetes de orange roughy congelado importado por Estados Unidos, según calibre. Período 1997 a 1999.

Año y Mes	Calibre (onzas/pieza)				
	2 - 4	4 - 6	4 - 10	6 - 8	8 - 10
1997 (US\$/kg)					
marzo	9,4	9,6			
abril	9,4	9,6			
mayo	9,6		9,6		
junio	9,4		9,4		
julio	8,9		9,1	9,3	8,9
agosto	9,0		9,3	9,6	9,4
septiembre	9,3		9,5	9,9	9,9
octubre	9,1			9,4	
noviembre	8,7			9,4	
1998 (US\$/kg)					
septiembre	10,8			10,9	
octubre	10,6			10,8	
Noviembre	10,5			10,9	
1999 (US\$/kg)					
diciembre		12,6		12,6	

Fuente: INFOPECA Noticias Comerciales, 1997-1999

Nota: Corresponde a Filetes congelados interfoliados. Área de Mercado: Ex-bodega, NY, USA. Origen: Nueva Zelanda

Se han puesto solamente los meses en los cuales se encontró información

**Tabla 30.** Números de ejemplares de orange roughy medidos en el muestreo de longitud, por sexo y zona de pesca. Area de Juan Fernández, 1999.

MES	Zona de Pesca				Total
	JF1	JF2	JF3	JF4	
Junio					86
Julio		1211	212		1423
Agosto	1528	953	609	1906	6387
Septiembre	1380				1380
Octubre	326				326
Total	3234	2164	821	1906	9602

Tabla 31. Indicadores estadísticos de la composición de longitudes de las capturas de orange roughy, por sexo. Area de Juan Fernández, 1999

	n	Longitud de horquilla						Rango
		Mínimo	Máximo	Promedio	D. Est.	Mediana	Moda	
Machos	4881	28	56	42	3.25	42	43	28
Hembras	4534	26	57	45	3.93	45	45	31
Total	9602	26	57	44	3.97	43	43	31

Tabla 32. Longitud de horquilla promedio de la captura orange roughy, por sexo y mes. Area de Juan Fernández, 1999

Mes	Machos			Hembras		
	n	Promedio	Desv. Est.	n	Promedio	Desv. Est.
Julio	499	39	3.45	1423	44	3.78
Agosto	3373	43	3.08	6387	46	3.78
Septiembre	778	41	2.98	1380	44	3.76
Octubre	231	41	2.79	326	44	3.73



Tabla 33. Indicadores estadísticos de la composición de longitudes de las capturas de orange roughy, por zona de pesca y sexo. Area de Juan Fernández, 1999

	n	Longitud de horquilla						Rango
		Mínimo	Máximo	Promedio	D. Est.	Mediana	Moda	
JF1								
Machos	1785	31	51	41	2.88	42	42	20
Hembras	1424	26	55	45	3.75	44	43	29
JF2								
Machos	961	28	49	40	3.20	41	42	21
Hembras	1127	31	54	44	3.62	44	41	23
JF3								
Machos	402	33	51	42	2.84	43	43	18
Hembras	419	38	56	47	3.63	47	46	18
JF4								
Machos	899	34	56	43	3.09	43	43	22
Hembras	1007	36	56	47	3.73	47	47	20

Tabla 34. Indicadores estadísticos de la composición de longitudes de las capturas de alfonsino, por sexo. Arrastre de mediagua, área de Juan Fernández, 1999

	n	Peso Total (g)					Moda
		Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Mediana	
Machos	1685	19	50	29	5.44	25	28
Hembras	1652	19	48	32	6.46	27	31
Total	3337	19	50	31	6.13	27	29



Tabla 35. Indicadores estadísticos de la composición de longitudes de las capturas de alfonsino, por sexo. Arrastre de fondo, Area de Juan Fernández, 1999

	n	Peso Total (g)					
		Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Mediana	Moda
Machos	429	20	45	36	3.39	36	36
Hembras	751	19	47	38	4.17	42	38
Total	1180	19	49	37	4.00	36	37

Tabla 36. Parámetros de la relación longitud horquilla (cm.) peso total (g.) de orange roughy. Area Juan Fernández, 1999.

Ambos sexos

Parámetro	Estimado	Error Est.	Intervalo Confianza (95%)	
			Inferior	Superior
a	0.08805	0.00819	0.07199	0.10411
b	2.64867	0.02439	2.60084	2.69650

$$r^2 = 0,87$$

Machos

Parámetro	Estimado	Error Est.	Intervalo Confianza (95%)	
			Inferior	Superior
a	0.17513	0.02415	0.12773	0.22254
b	2.45836	0.03692	2.38591	2.53081

$$r^2 = 0,84$$

Hembras

Parámetro	Estimado	Error Est.	Intervalo Confianza (95%)	
			Inferior	Superior
a	0.13335	0.02132	0.09151	0.17519
b	2.54427	0.04149	2.46283	2.62570

$$r^2 = 0,82$$

**Tabla 37.** Indicadores estadísticos de la composición en peso de las capturas de orange roughy, por sexo. Area de Juan Fernández, 1999

	n	Peso Total (g)					
		Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Mediana	Moda
Machos	927	431	2830	1591	379	1580	1550
Hembras	922	403	4200	2214	594	2173	2650
Total	1849	403	4200	1902	588	1811	1550

Tabla 38. Indicadores estadísticos de la composición en peso de las capturas de alfonsino, por sexo. Arrastre mediagua, área de Juan Fernández, 1999

	n	Peso Total (g)					
		Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Mediana	Moda
Machos	236	160	2925	754	413	880	730
Hembras	285	140	2560	915	569	285	820
Total	529	120	2925	832	513	180	750

Tabla 39. Indicadores estadísticos de la composición en peso de las capturas de alfonsino, por sexo. Arrastre de fondo, área de Juan Fernández, 1999

	n	Peso Total (g)					
		Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.	Mediana	Moda
Machos	112	135	1700	915	416	1050	1030
Hembras	160	150	2350	1157	549	1650	1175
Total	285	135	2350	1022	527	1050	1065

**Tabla 40.** Parámetros de la relación longitud horquilla (cm.) peso total (g.) de alfonsino. Area Juan Fernández, 1999.**Ambos sexos**

Parámetro	Estimado	Error Est.	Intervalo Confianza (95%)	
			Inferior	Superior
a	0.01700	0.00173	0.01360	0.02040
b	3.07594	0.02791	3.02117	3.13070

 $r^2 = 0,95$; n = 973**Machos**

Parámetro	Estimado	Error Est.	Intervalo Confianza (95%)	
			Inferior	Superior
a	0.02873	0.00360	0.02165	0.03580
b	2.93032	0.03480	2.86192	2.99873

 $r^2 = 0,96$; n = 424**Hembras**

Parámetro	Estimado	Error Est.	Intervalo Confianza (95%)	
			Inferior	Superior
a	0.01234	0.00201	0.00839	0.01629
b	3.16326	0.04423	3.07636	3.25016

 $r^2 = 0,95$; n = 525

**Tabla 41.** Escala macroscópica para determinar el estadio de madurez sexual de hembras de orange roughy.

Estadio	Denominación	Aspecto macroscópico
1	<i>Inmaduro</i>	Ovario pequeño, ligeramente cilíndrico en un corte transversal; paredes muy delgadas; consistencia firme; color rosado pálido o rosado translúcido; ovocitos no visibles a simple vista. Corresponde a ovarios en estadio virginal e inmaduros.
2	<i>En maduración</i>	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	<i>Maduro</i>	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	<i>En Desove</i>	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	<i>Desovado y En Regresión</i>	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 42.** Escala macroscópica para determinar el estadio de madurez sexual de machos de orange roughy.

Estadio	Denominación	Aspecto macroscópico
1	<i>Inmaduro</i>	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	<i>En maduración</i>	Testículo de tamaño mediano; color grisáceo o bien blanquecino; al presionarlo, no sale fluido seminal.
3	<i>Maduro</i>	Testículo grande; color blanquecino; lóbulos en formación; al presionar el testículo sale fluido seminal viscoso, color blanco grisáceo.
4	<i>En Reproducción</i>	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	<i>Evacuado y En Regresión</i>	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 43. Caracterización histomorfológica de los estados de madurez sexual de hembras de orange roughy.

Estadio	Denominación	Caracterización histomorfológica
1	<i>Inmaduro</i>	Sólo ovocitos previtelogénicos con vesícula germinativa central multinucleolar, citoplasma basófilo finamente granular.
2	<i>En maduración</i>	Inicio de la vitelogénesis exógena hasta ocupar $\frac{3}{4}$ partes del citoplasma. Presencia importante de ovocitos vesiculosos (vitelogénesis endógena). Desarrollo de la zona radiata y capa foliculo-tecal.
3	<i>Maduro</i>	Ovario vitelado, predominio de ovocitos cargados de grandes gránulos de vitelo. Migración de la vesícula germinativa e inicio de coalescencia del vitelo (ovocitos hialinos). Máximo desarrollo de la zona radiata y capa foliculo-tecal.
4	<i>En desove</i>	Presencia importante de ovocitos hidratados entre ovocitos vitelados. Folículos postovulatorios tempranos.
5	<i>Desovado</i>	Ovocitos residuales en diferentes grados de depositación de vitelo. Presencia de folículos postovulatorios e importante atresia folicular. Aumento del desarrollo vascular.



Tabla 44. Caracterización histomorfológica de los estados de madurez sexual de machos de orange roughy.

Estadio	Denominación	Caracterización histomorfológica
1	<i>Inmaduro</i>	Inicio de la espermatogénesis. Predominio de espermatogonias y espermatocitos primarios.
2	<i>En Maduración</i>	Espermatocitogénesis reflejada por la marcada proliferación de espermatocitos secundarios y espermátides redondas. Escasos cistos con espermatozoides y en el compartimento tubular.
3	<i>Maduro</i>	Inicio de la espermiogénesis, caracterizada por el predominio de espermatozoides sobre otras células germinales, tanto en cistos como en los túbulos.
4	<i>En Reproducción</i>	Espermiogénesis activa donde predominan los espermatozoides, los que se presentan de manera abundante en los ductos testiculares.
5	<i>Evacuado y En regresión</i>	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 lumen de los ductos de evacuación.



Tabla 45. Talla mínima de las hembras de orange roughy sexualmente maduras obtenidas en los muestreos de gónadas.

Fecha	Talla mínima
Agosto 24	30
Septiembre 5	33
Agosto 3	34
Agosto 4	34
Julio 25	36
Agosto 7	37
Julio 27	37
Agosto 12	38
Octubre 21	38
Julio 30	39
Febrero 3	39
Septiembre 10	39
Agosto 15	39
Junio 26	43



Tabla 46. Captura obtenida en el lance de pesca realizado área 25° 44,5' L.S; 77° 15,7' L.W, por especie.

Especie		Captura	
Nombre Común	Nombre Científico	Nº	Peso (g.)
Spiky Oreo	--	3	300
Plateado	--	1	12
Tollo Cacho Negro	<i>Aculeola nigra</i>	4	950
Rata sp	--	1	850

Tabla 47. Captura obtenida en el lance de pesca realizado área 25° 24,5' L.S; 81° 47.9' L.W, por especie.

Especie		Captura	
Nombre Común	Nombre Científico	Nº	Peso (Kg)
Emmeliptus Plomiso	<i>Emmelichthys sp.</i>	824	134
Mirror dory	<i>Zenopsis conchifer</i>	84	55
Espinudo	<i>Congiopodus sp.</i>	16	9.5
Diablillo	<i>Pterygotrigla sp.</i>	5	5.5
Emeliptus Anaranjado	<i>Emmelichthys sp.</i>	20	3
Cachito	<i>Monocentris reedi</i>	35	0.85



Tabla 48. Captura (kg.) obtenida en los lances de pesca realizados en el monte localizado frente a Punta Sierra (31°11' LS 71°49' L.W), por especie y lance (Lance 1 a 4: red de fondo; lance 5 a 7: red de mediagua).

	Lance							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Teleósteos								
Reineta	-	-	-	3,0	194,4	-	9,4	206,8
Merluza de cola	6,90	-	-	-	78,3	55	4,6	144,8
Austrophycis	-	0,17	-	-	-	-	-	0,2
Rata Ventrifosa	-	-	-	0,03	-	-	-	0,0
Ratas	0,13	-	-	0,02	-	-	-	0,2
Ratas Narigon	-	0,44	-	-	-	-	-	0,4
Barba negra	0,75	11,90	-	-	-	-	-	12,7
Mictófidios	0,06	5,50	0,05	-	-	-	0,16	5,8
Elasmobranquios								
Tollo Narigón negro	22,90	-	0,83	4,9	-	-	12,4	41,0
Tollo fume	0,78	-	-	2,9	-	-	-	3,7
Tollo Narigon plomo	10,40	1,35	-	3,9	-	-	-	15,7
Raya espinuda	-	2,15	-	-	-	-	-	2,2
Crustáceos								
Gamba	0,15	0,73	-	-	-	-	-	0,9
Cangrejo	-	0,06	-	-	-	-	-	0,1
Camaron acorazado	0,01	-	-	-	-	-	-	0,0
Cefalópodos								
Jibia	0,12	-	-	-	-	-	-	0,1
Calamar	0,01	-	-	-	-	0,93	0,22	1,2
Otros	0,57	2,10	-	-	-	-	-	2,7
Total	42,77	24,40	0,88	14,75	272,7	55,93	26,78	438,2



Tabla 49. Indicadores estadísticos de la distribución de tamaño de la captura de merluza de cola en el monte localizado frente a Pta Sierra.

		n	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.
LANCE	5	58	68	88	78	4.42
	6	36	72	90	81	4.40
	7	3	78	87	81	4.93

Tabla 50. Indicadores estadísticos de la distribución de tamaño de la captura de reineta en el monte localizado frente a Pta Sierra.

		n	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.
LANCE	5	44	39	48	43	1.92
	6	46	35	46	42	2.21
	7	6	41	45	42	1.51



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

FIGURAS

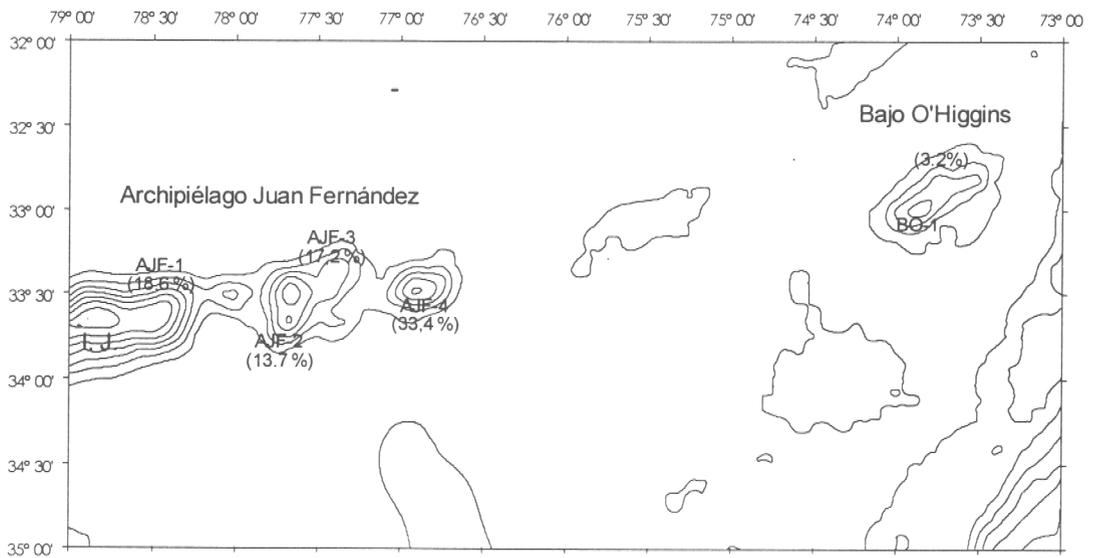


Fig. 1. Localización de los montes submarinos donde se concentró la operación de la flota que operó en la pesquería de orange roughy, durante 1999 (%: representa la proporción de captura)

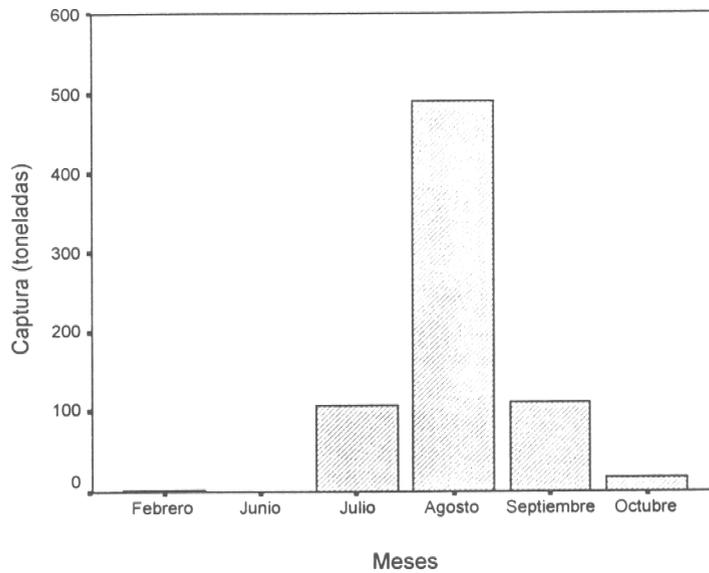


Fig. 2. Capturas de orange roughy, por mes. Monitoreo de la pesquería, 1999.

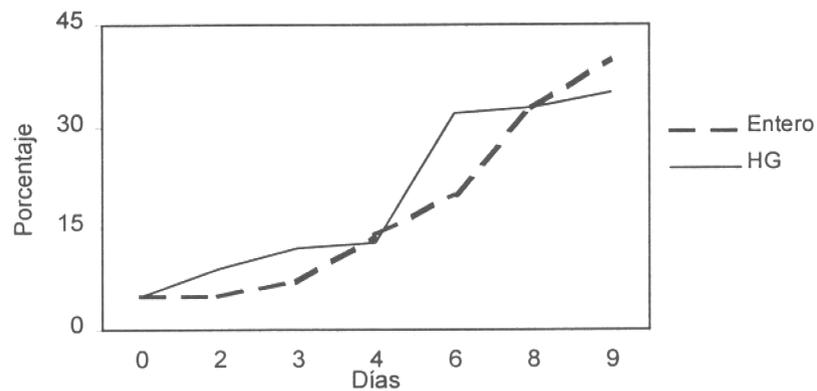


Fig. 3. Valores de K de una muestra de orange roughy almacenado en hielo, entero y H.G., por día.

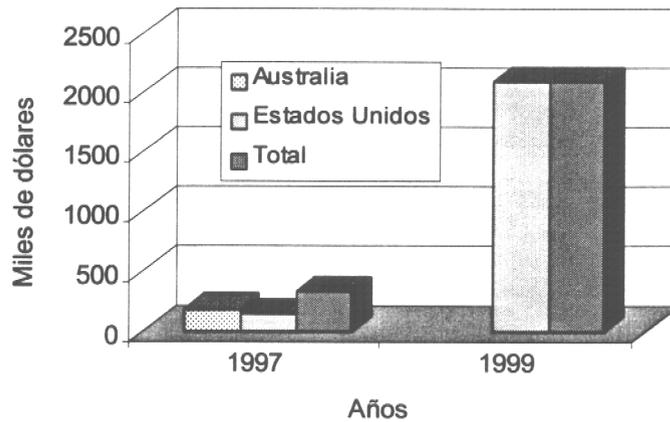


Fig. 4. Países de destino de las exportaciones chilenas de filete congelado de orange roughy , por año.

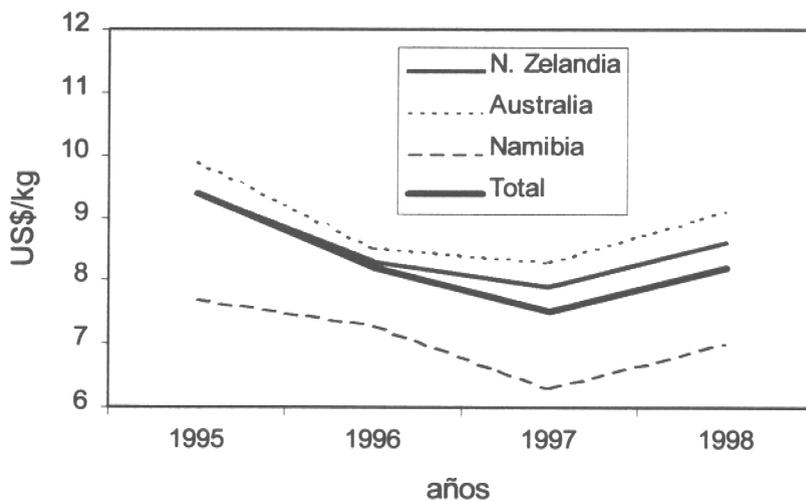


Fig. 5. Precios promedio de las importaciones de congelados de orange roughy a Estados Unidos, según país de origen.

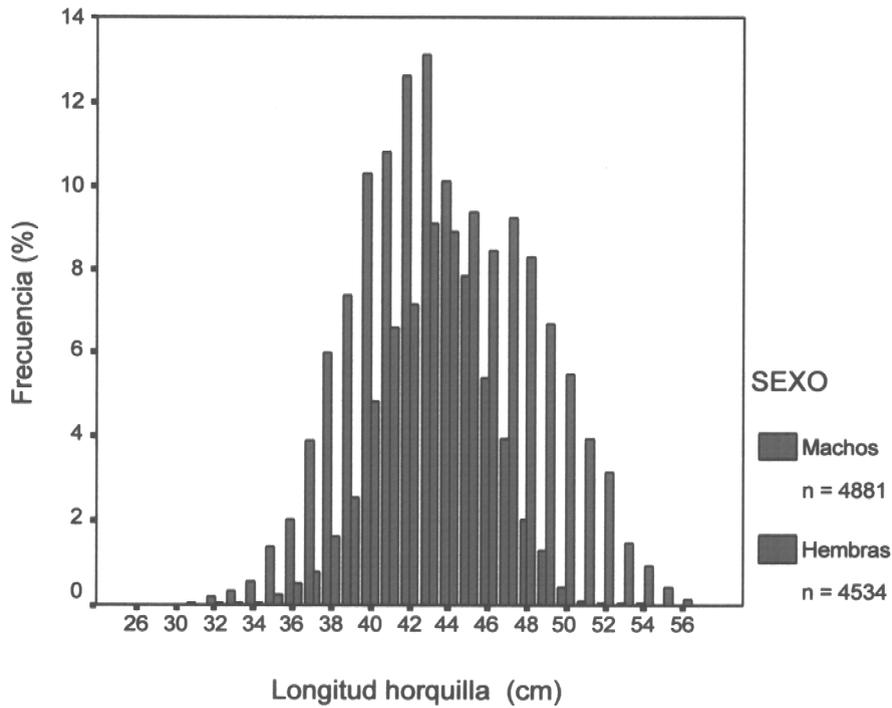


Fig. 6. Distribución de longitudes de la captura de orange roughy, por sexo. Area de Juan Fernández, 1999.

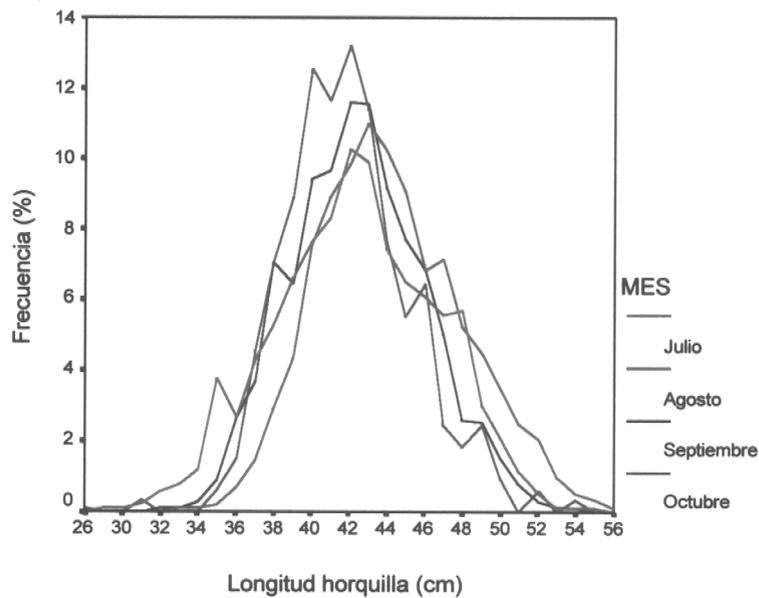


Fig. 7. Distribución de longitudes de la captura de Orange roughy, por mes. Area de Juan Fernández, 1999

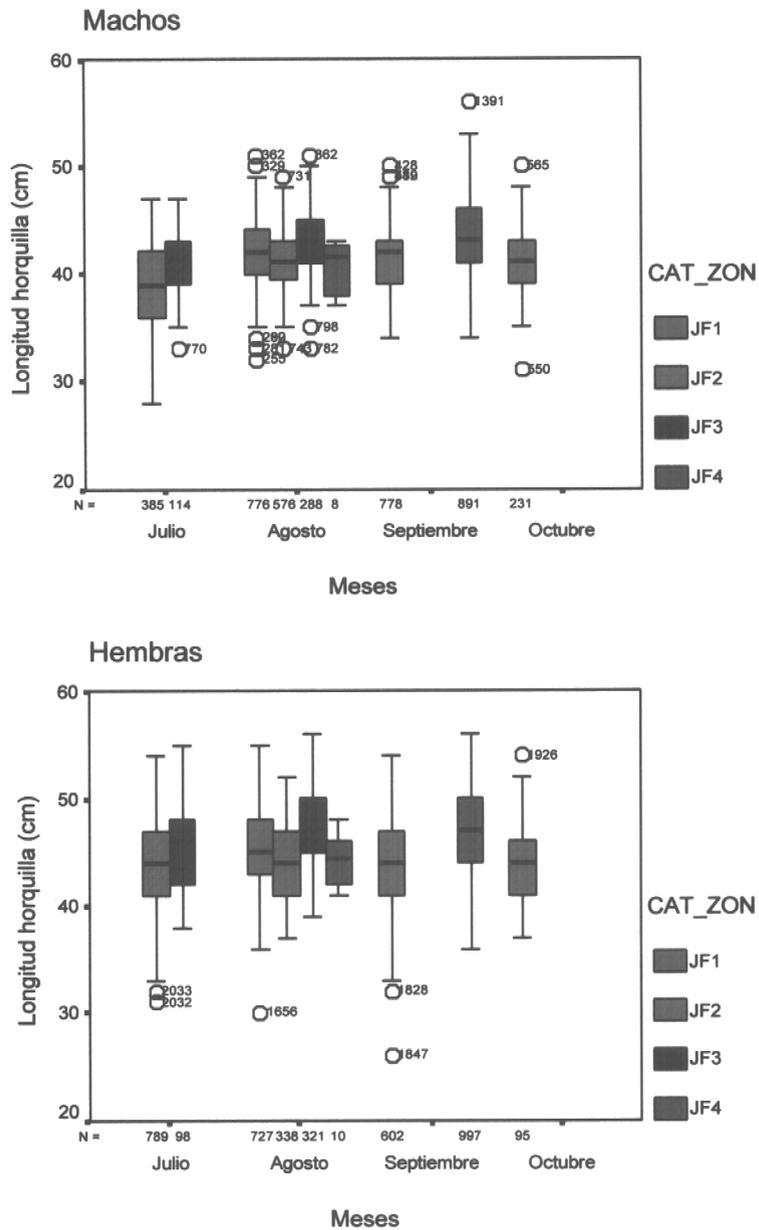


Fig. 8. Boxplot de la distribución de longitudes de la captura de orange roughy por mes y zona de pesca. Area de Juan Fernández, 1999.

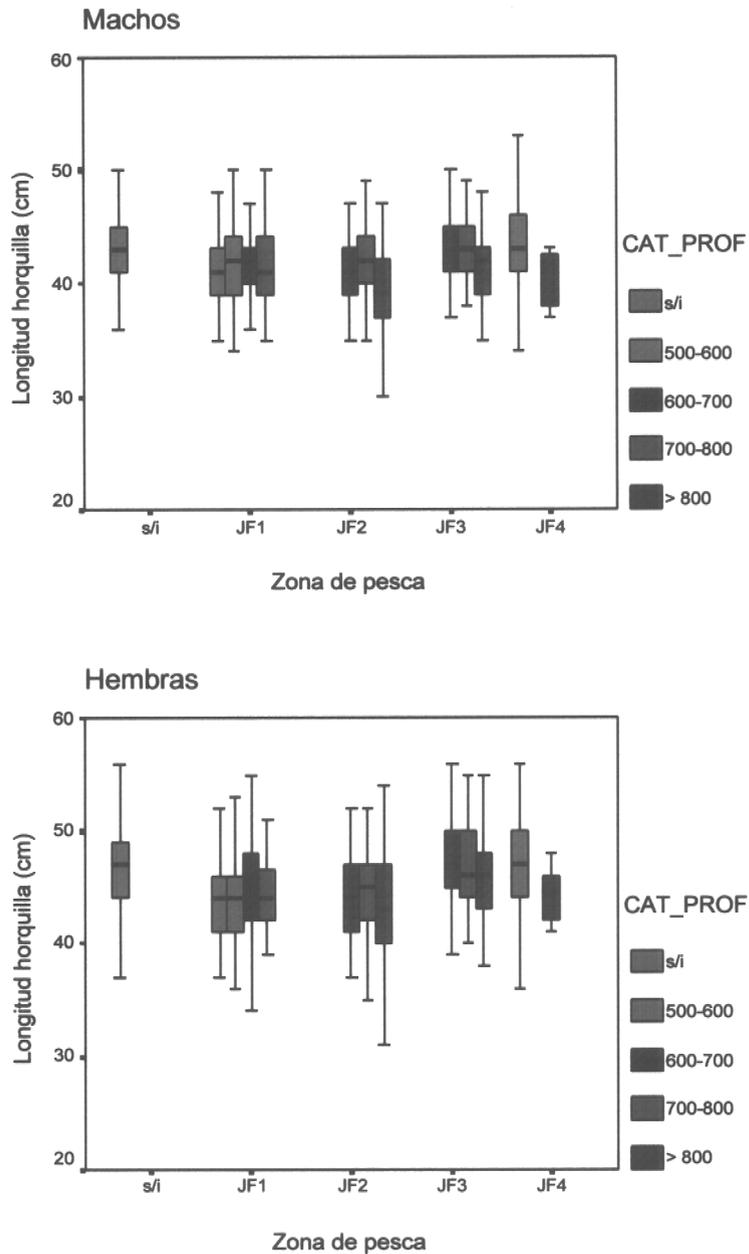


Fig 9. Boxplot de la distribución de longitudes de la captura de orange roughy por zona de pesca y estrato de profundidad (s/i: sin dato de zona o profundidad). Area de Juan Fernández, 1999.

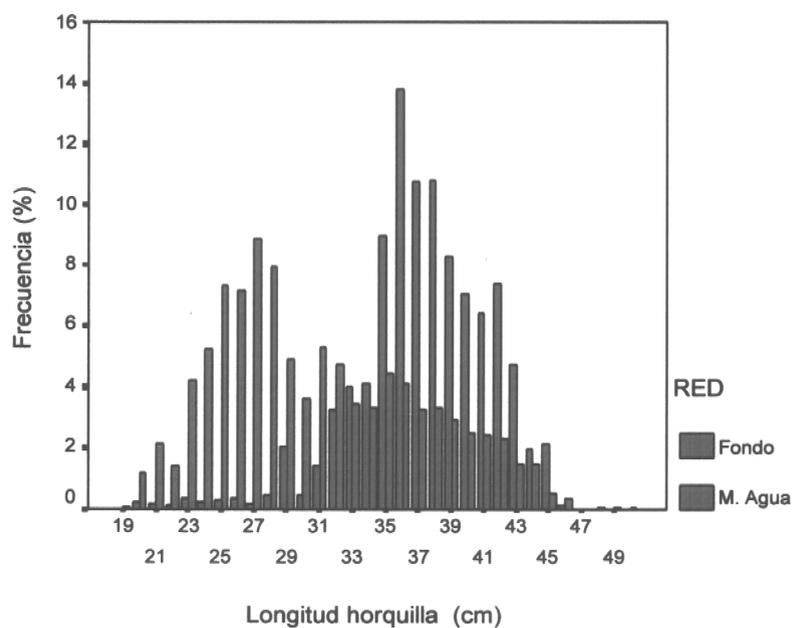


Fig. 10. Distribución de longitudes de la captura de Alfonsino, por tipo de red. Area de Juan Fernández, 1999.

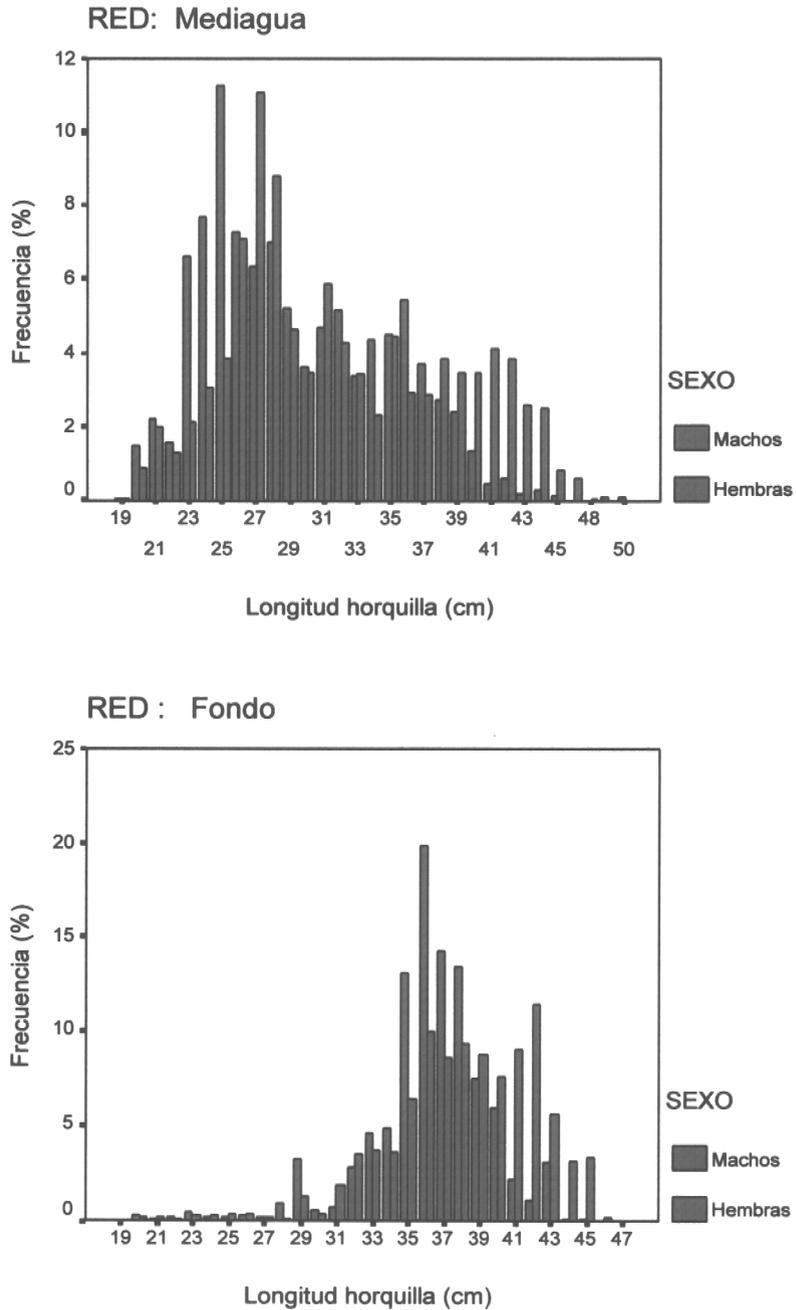


Fig. 11. Distribución de longitudes de la captura de Alfonsino, por tipo de red y sexo. Area de Juan Fernández, 1999.

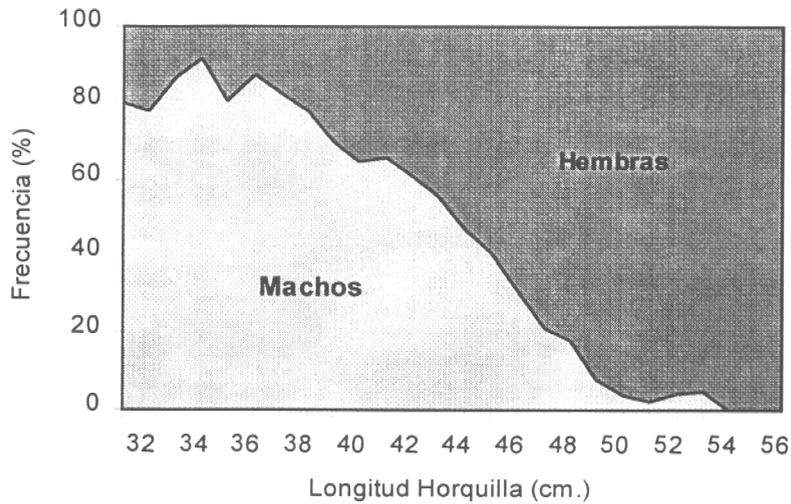


Fig. 12. Proporción sexual en la captura de orange roughy, por tamaño de longitud. Area Juan Fernández, 1999.

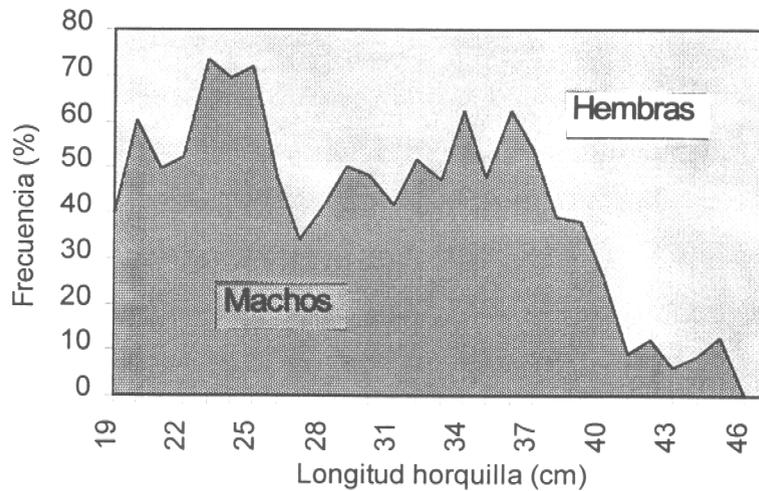


Fig. 13. Proporción sexual en la captura de Alfonsino, por tamaño de longitud. Arrastre de mediagua, área Juan Fernández, 1999.

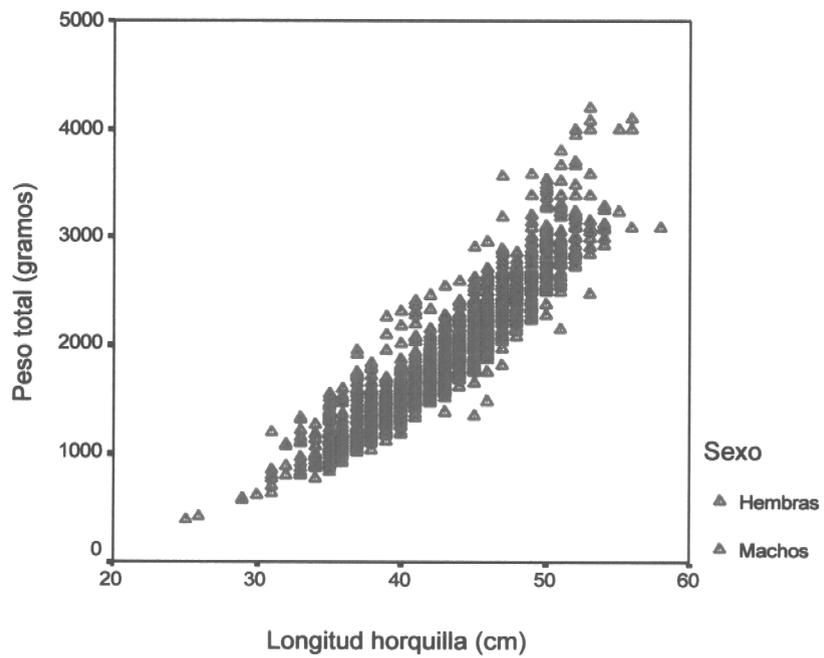


Fig. 14. Relación longitud de horquilla y peso total de orange roughy, por sexo. Area Juan Fernández, 1999.

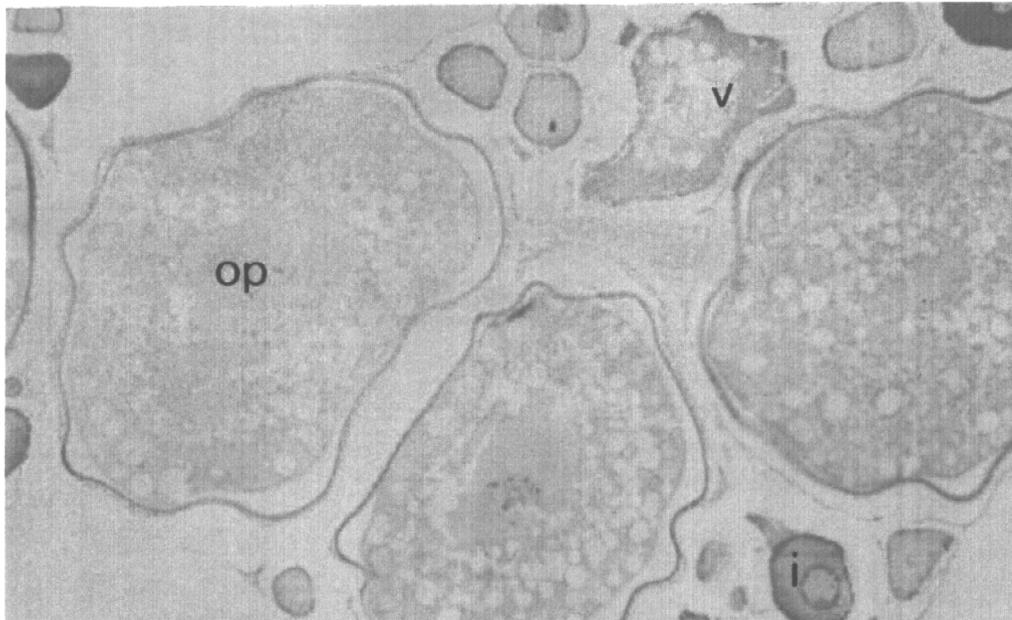


Fig. 15. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en maduración de orange roughy capturado en febrero de 1999. op, ovocito parcialmente vitelado; i, ovocito inmaduro; v, ovocito vesiculoso; punta de flecha, zona radiata. 4x.

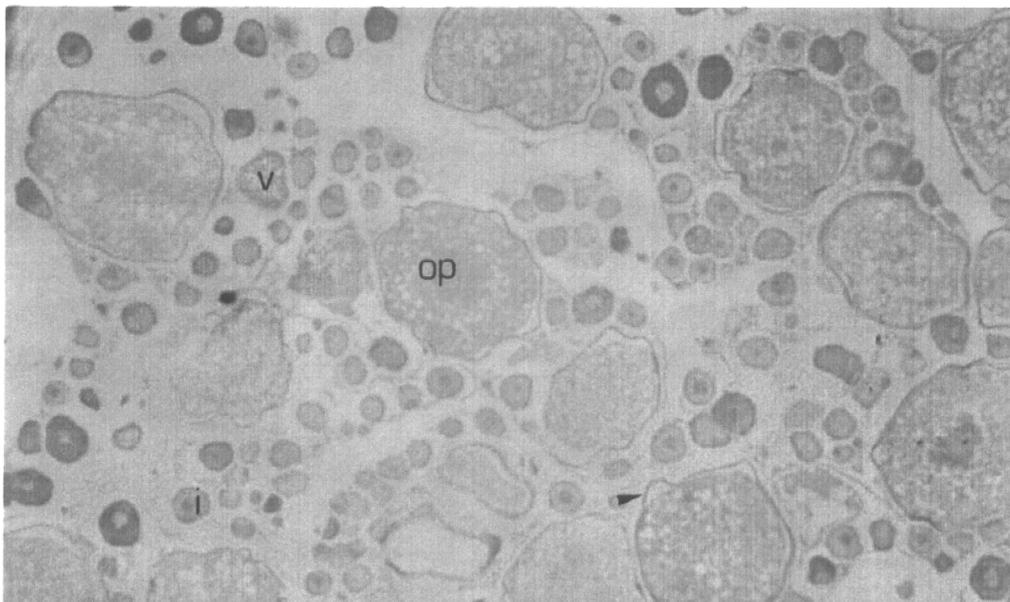


Fig. 16. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en maduración de orange roughy capturado en febrero de 1999. op, ovocito parcialmente vitelado; v, ovocito vesiculoso. 10x.

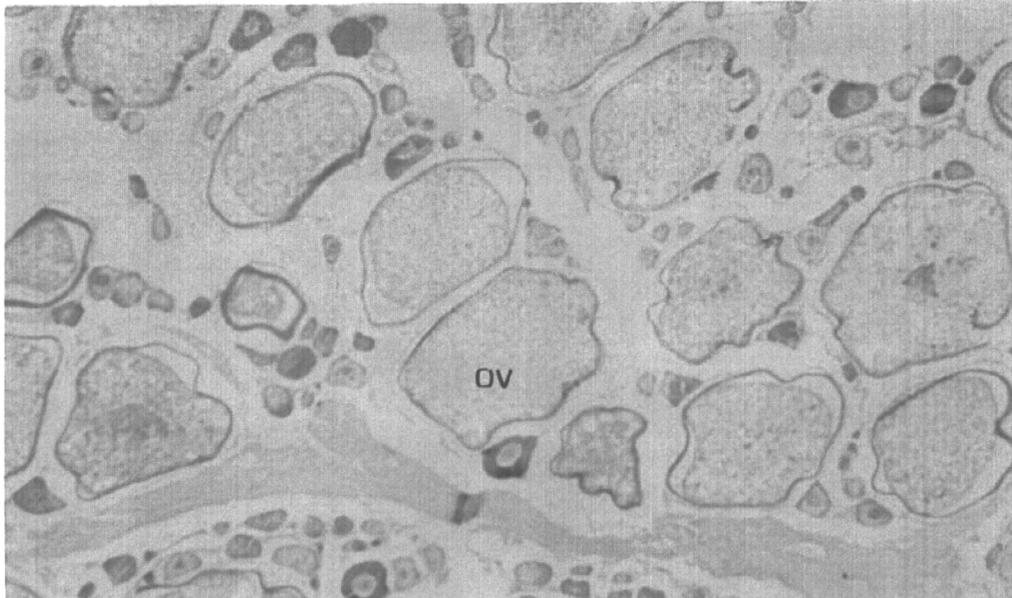


Fig. 17. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario maduro de orange roughy capturado en febrero de 1999. ov, ovocito vitelado. 4x.

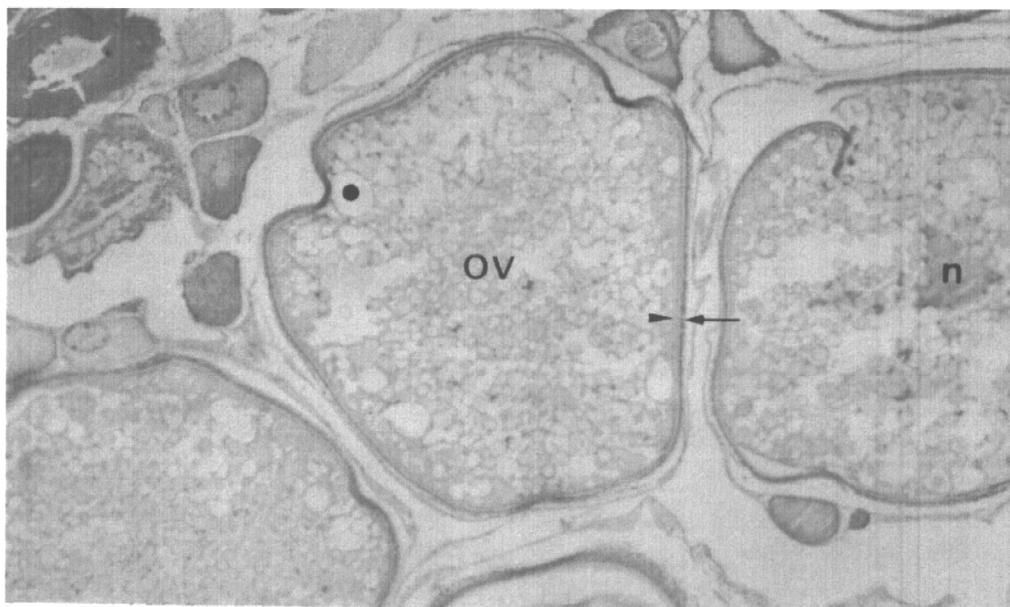


Fig. 18. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario maduro de orange roughy capturado en junio de 1999. ov, ovocito vitelado; punta de flecha, zona radiata; cabeza de flecha, folículo tecal; punto, lipídica. 10x

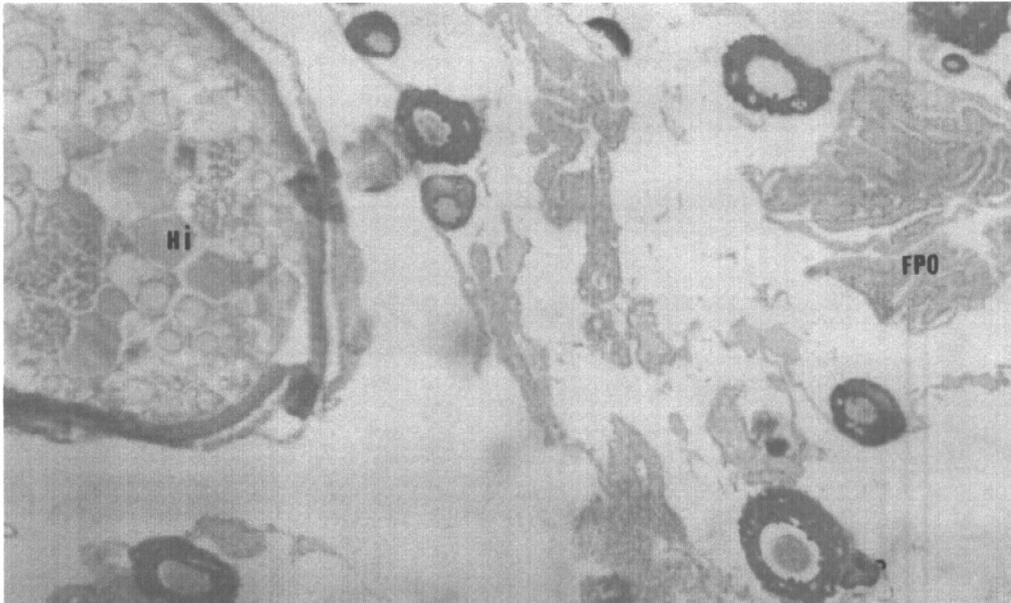


Fig. 19. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en desove, en esta etapa de inicio de la hidratación de orange roughy capturado en agosto de 1999. Hi, ovocito en inicio de la hidratación; FPO, folículo postovulatorio. 4x.

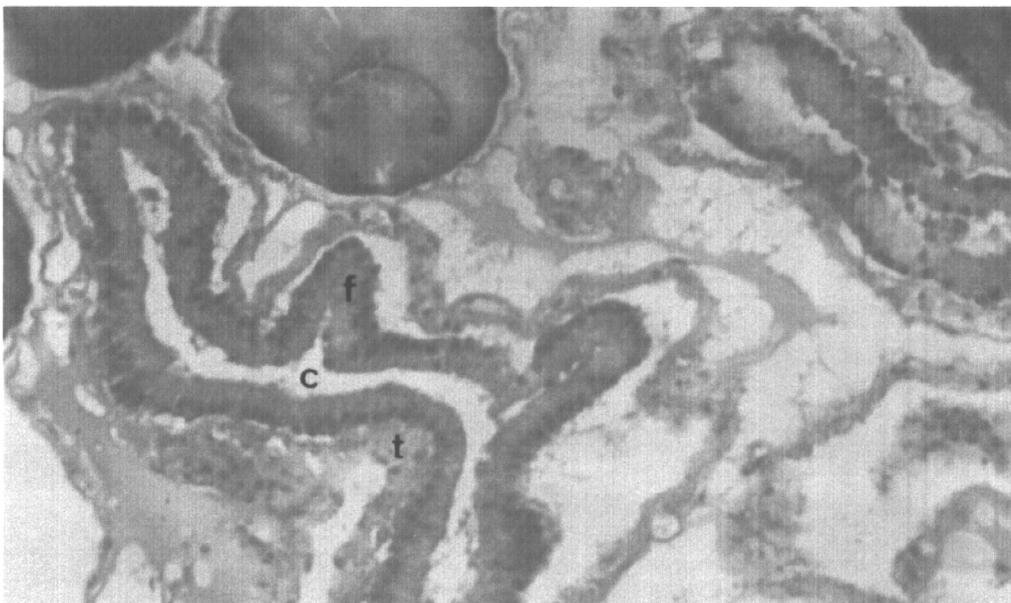


Fig. 20. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en desove, mostrando un folículo postovulatorio de orange roughy capturado en agosto de 1999. c, cavidad; f, células foliculares; t, células tecales. 40x.

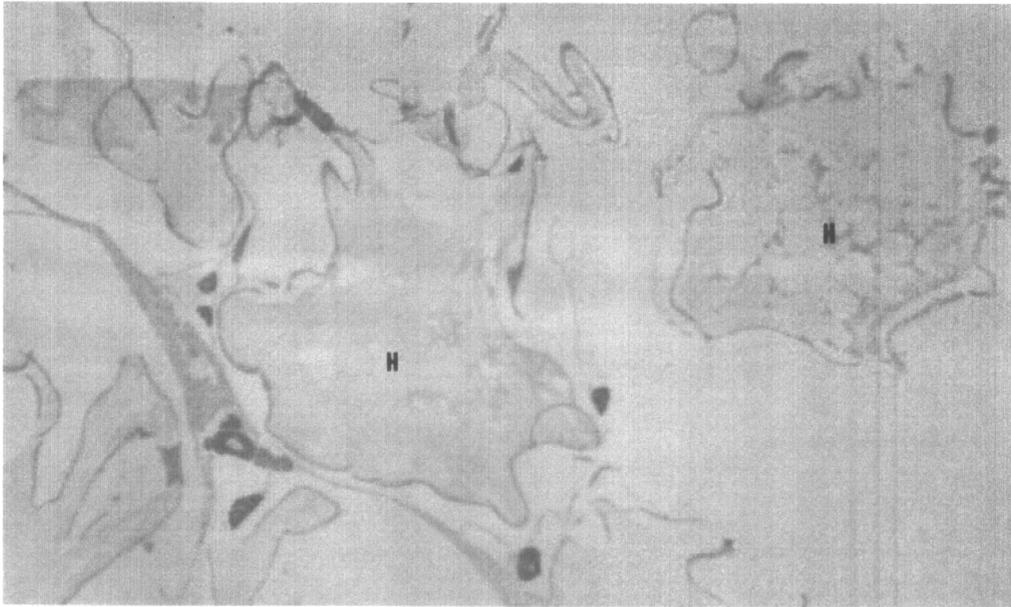


Fig. 21. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en desove de orange roughy capturado en agosto de 1999. H, ovocito hidratado. 4x.

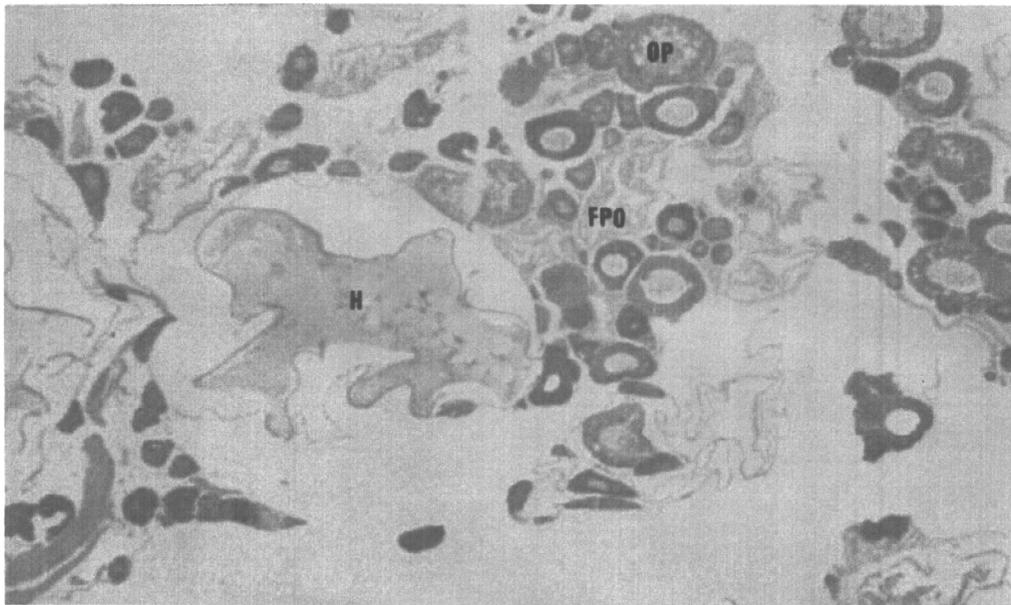


Fig. 22. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en desove de orange roughy capturado en agosto de 1999. H, ovocito hidratado; FPO, folículo postovulatorio; op, ovocito parcialmente vitelado. 4x.

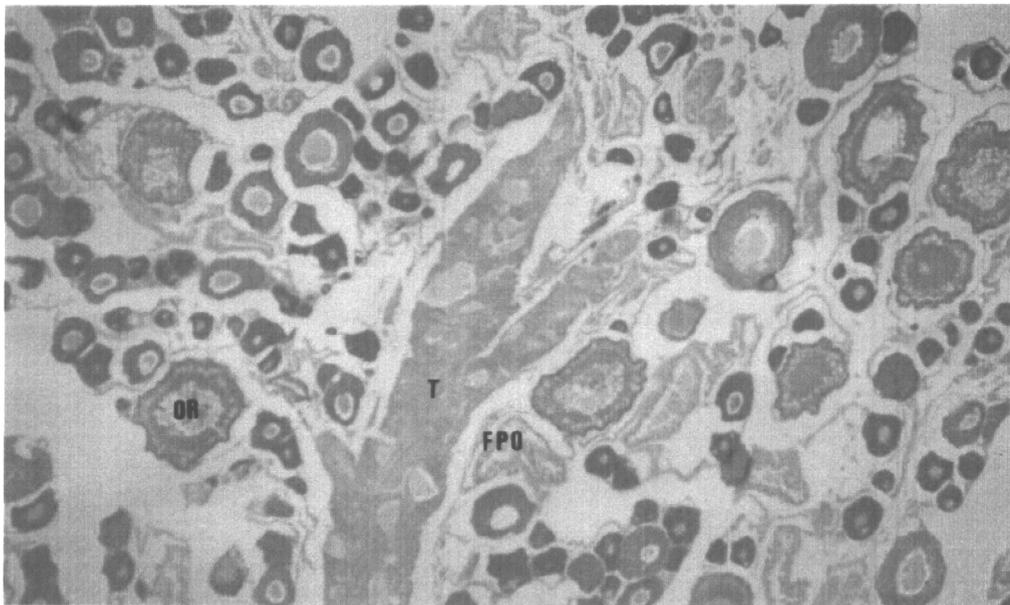


Fig. 23. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en desovado (N° 89) de orange roughy capturado en julio de 1999. FPO, folículo postovulatorio; or, ovocito residual; t, tabique. 4x.

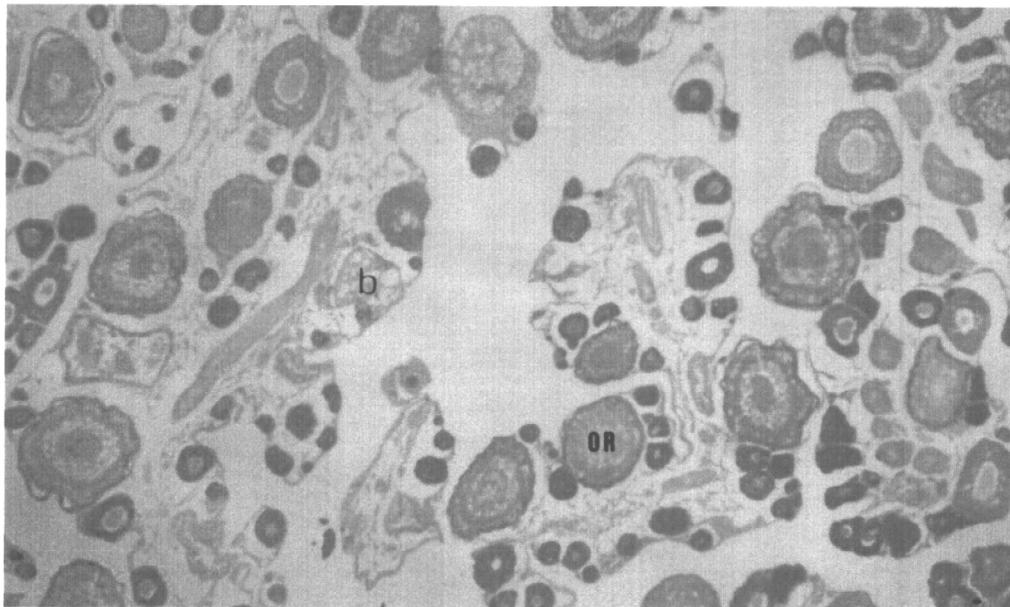


Fig. 24. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario en desovado (N° 13) de orange roughy capturado en agosto de 1999. b, atresia beta; or, ovocito residual. 4x.

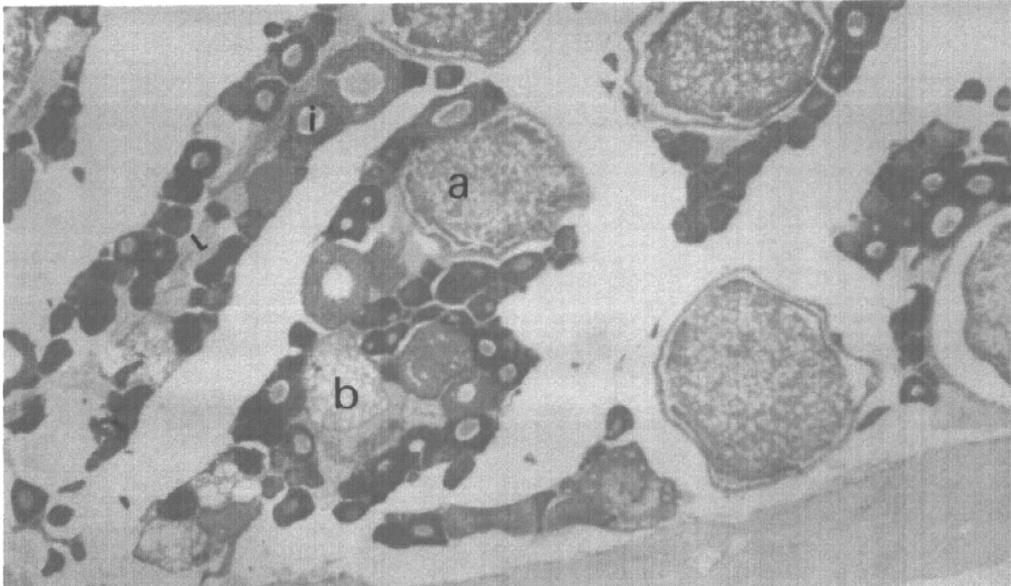


Fig. 25. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un ovario desovado (en regresión avanzada) de orange roughy capturado en agosto de 1999. a, atresia alfa; b, atresia beta; l, lamelas. 4x

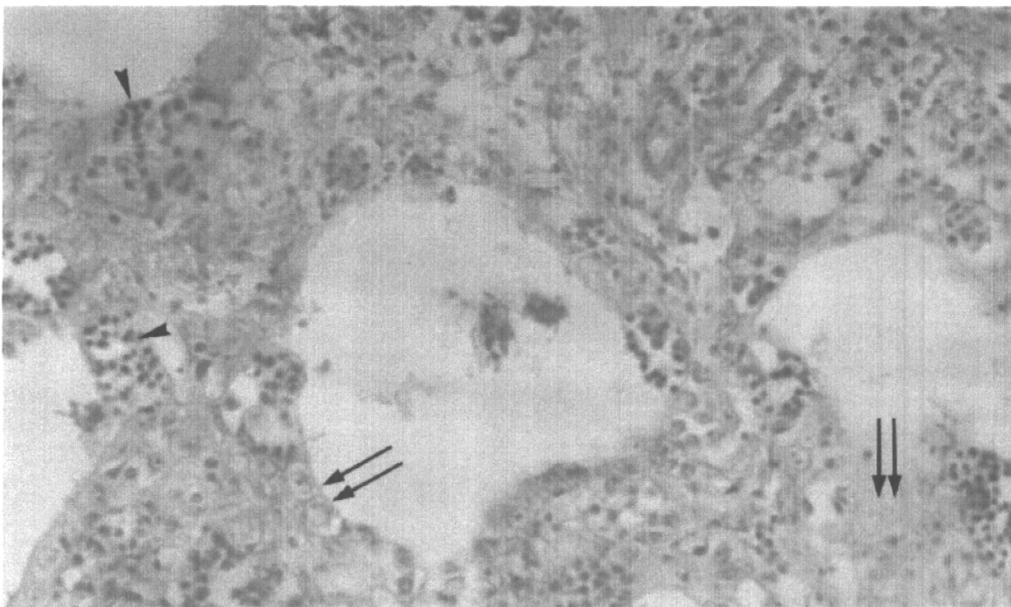


Fig. 26 Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un testículo inmaduro (Nº 33) de orange roughy capturado en septiembre de 1999. punta de flecha, espermatogonias; cabeza de flecha, espermatocitos. 40x.

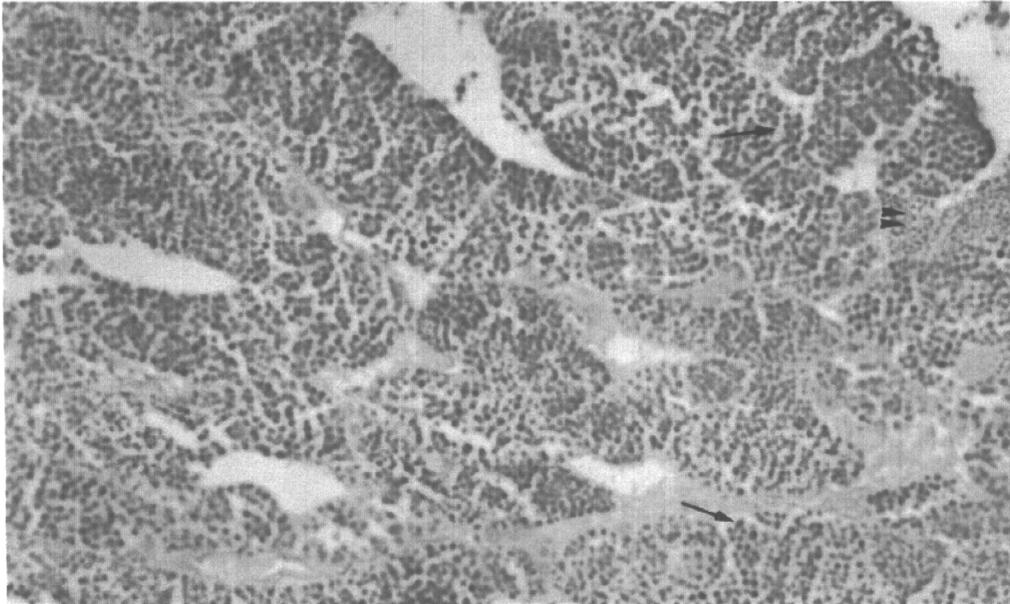


Fig. 27. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un testículo en maduración de orange roughy capturado en febrero de 1999. Punta de flecha, spermátidas. 40x.



Fig. 28. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un testículo en maduración de orange roughy capturado en febrero de 1999. Punta de flecha, spermátidas; cabeza de flecha, espermátocitos. 40x.

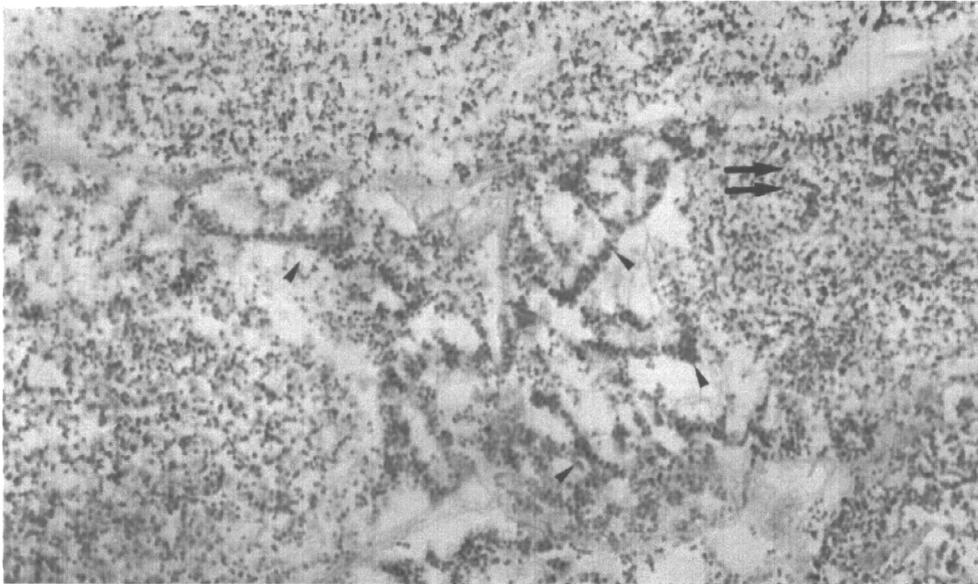
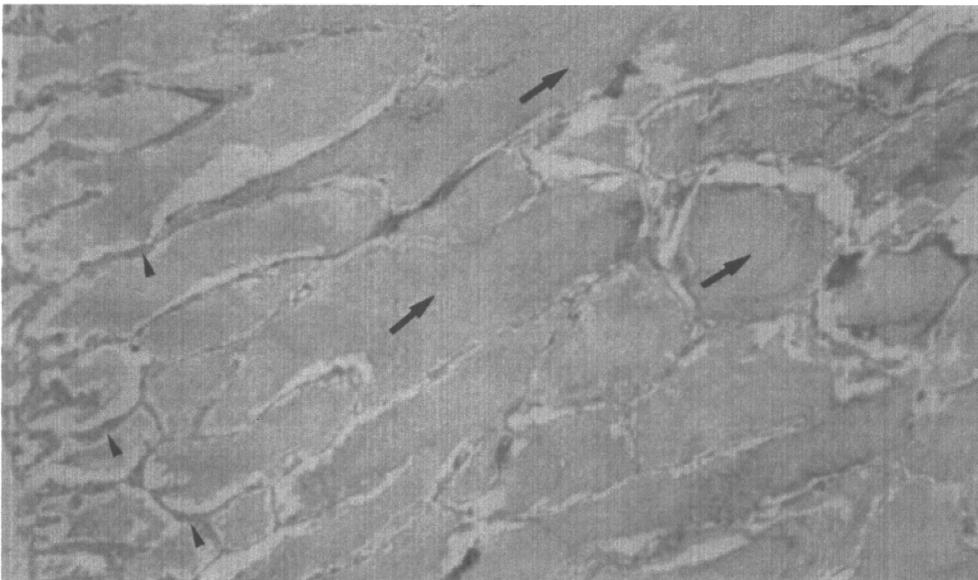


Fig. 29. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un testículo maduro de orange roughy capturado en junio de 1999. Punta de flecha, espermátides en diferenciación; cabeza de flecha,



espermatozoides. 40x.

Fig. 30. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un testículo en reproducción (N° 836) de orange roughy capturado en agosto de 1999. Punta de flechatabiques espermatogoniales;cabeza de flecha, espermatozoides (masa espermatozoal). 4x.

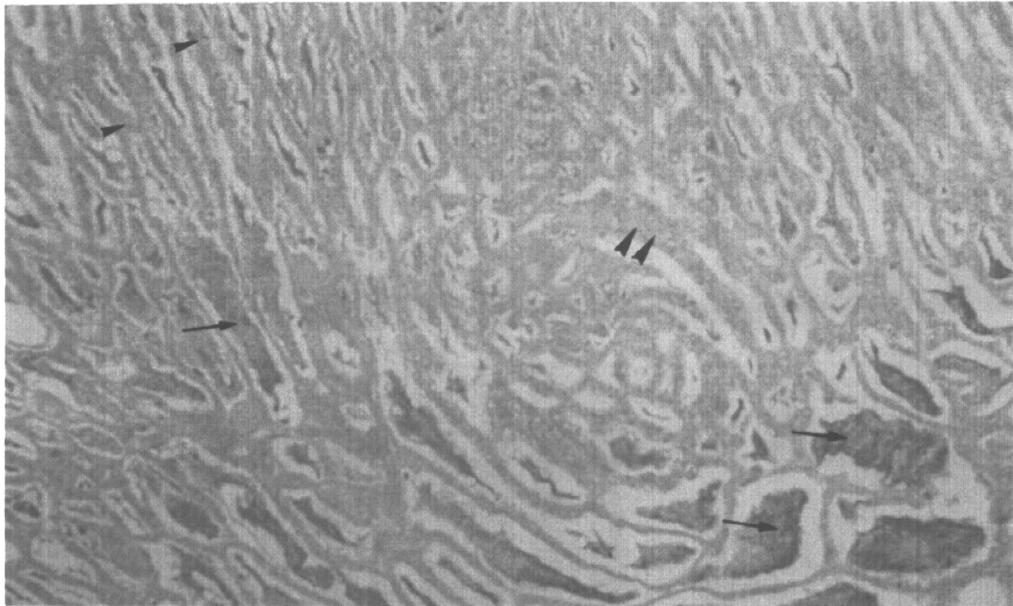


Fig. 31. Microfotografía de un corte histológico correspondiente a un testículo evacuado de orange roughy capturado en agosto de 1999. Punta de flecha, tabiques espermatogoniales; cabeza de flecha, espermatozoides residuales. 4x.

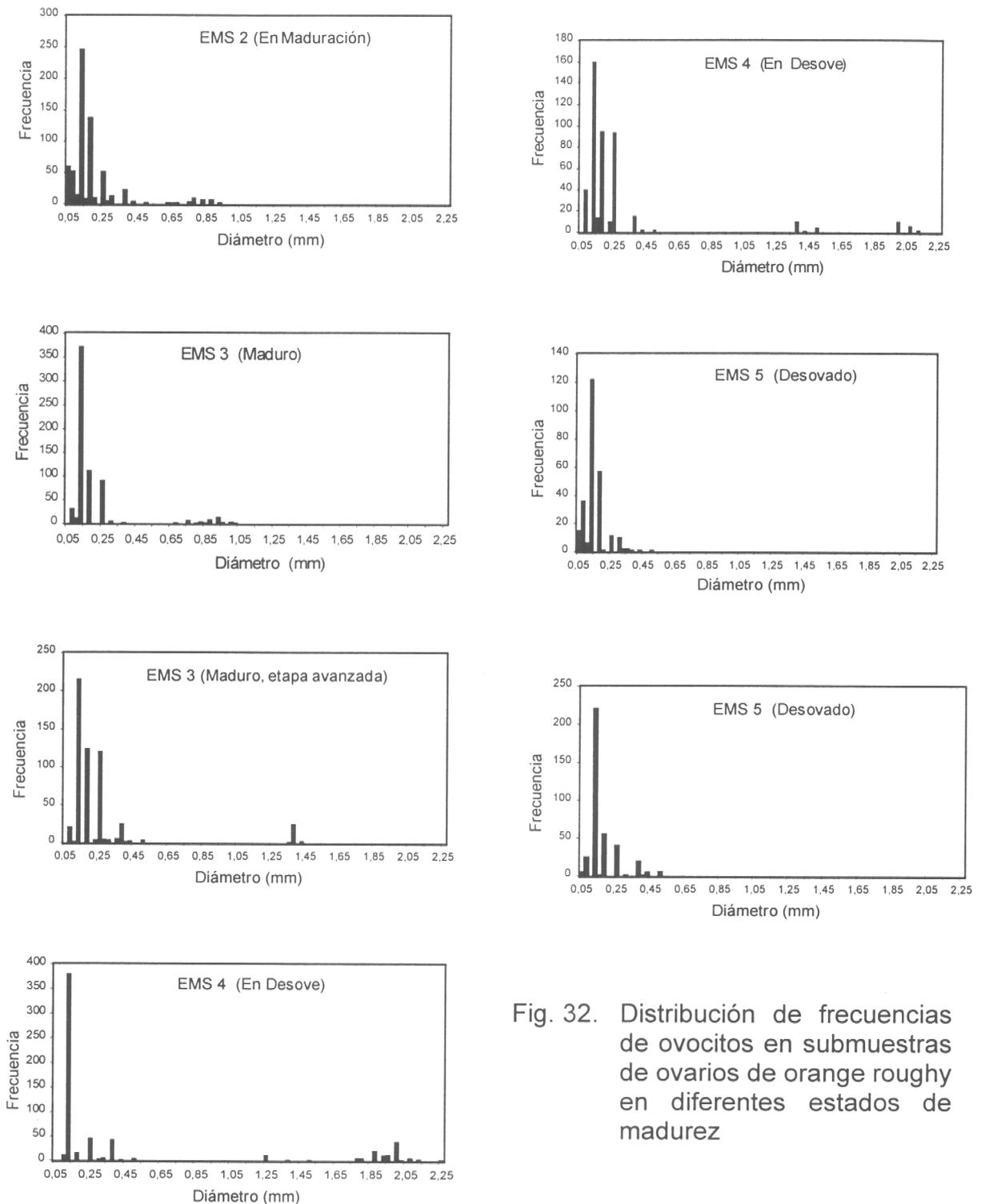


Fig. 32. Distribución de frecuencias de ovocitos en submuestras de ovarios de orange roughy en diferentes estados de madurez

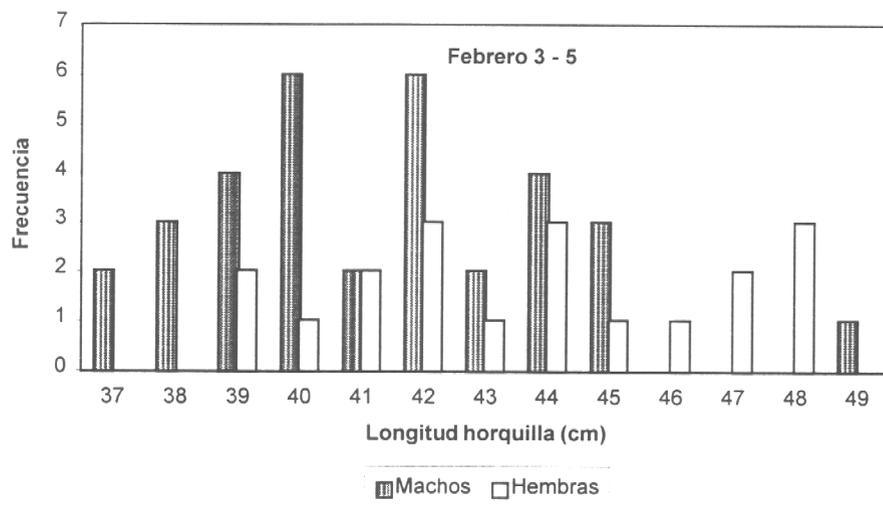


Fig. 33. Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 3 a 5 de febrero de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF3.

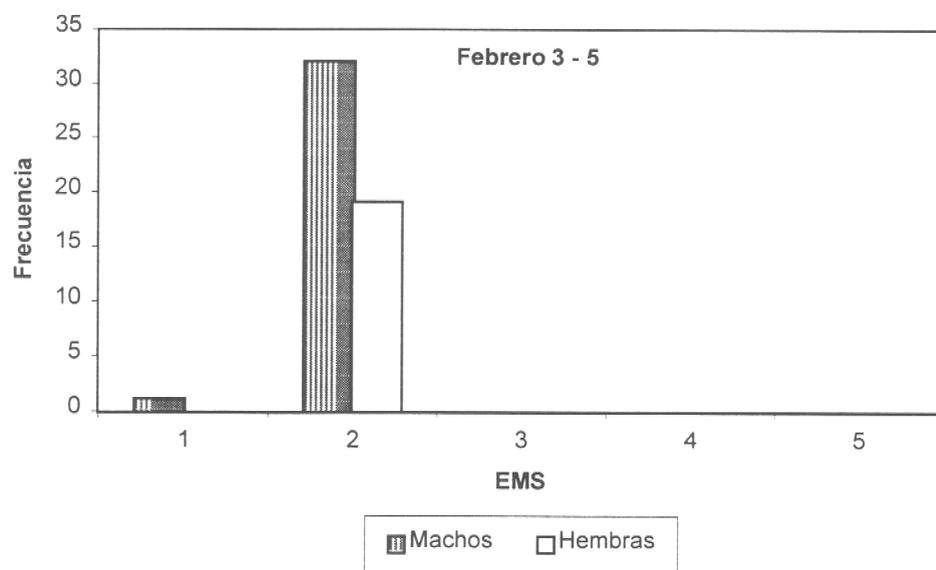


Fig. 34. Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy, capturados el 3 y 5 de febrero de 1999. Monte JF3.

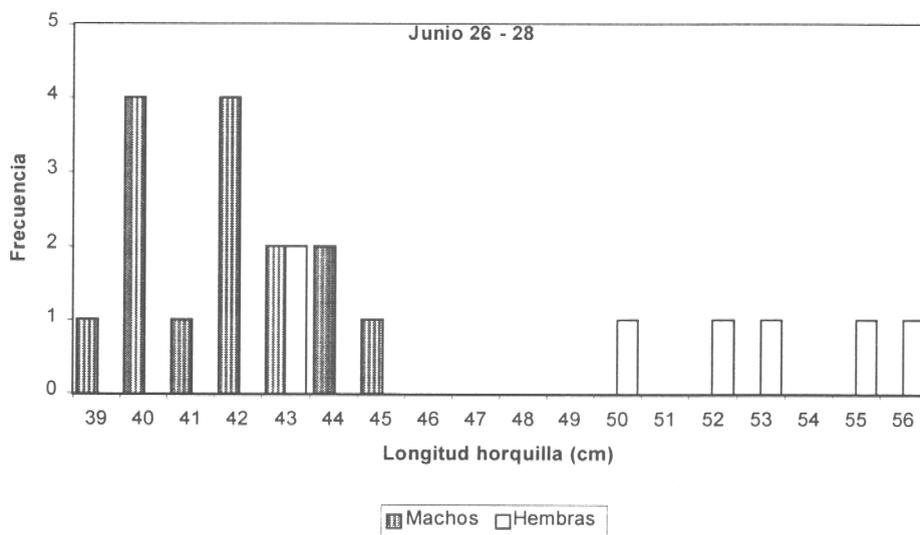


Fig. 35. Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 26 a 28 de junio de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF3.

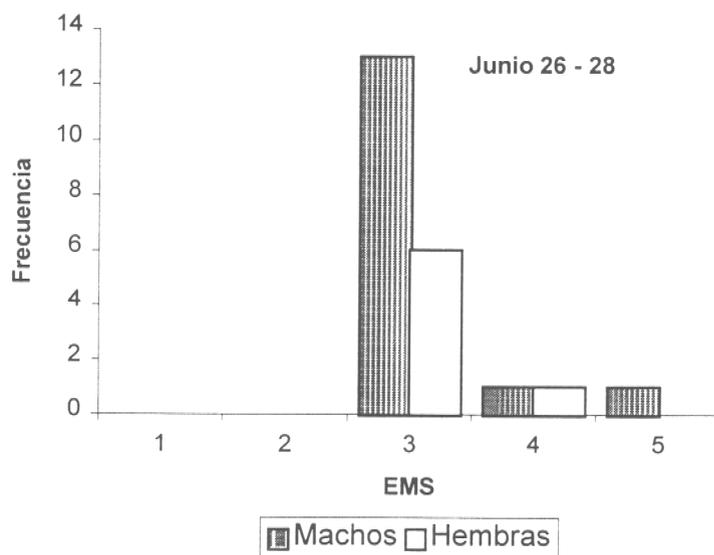


Fig. 36. Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy, capturados entre 26 y 28 de junio de 1999. Monte JF3.

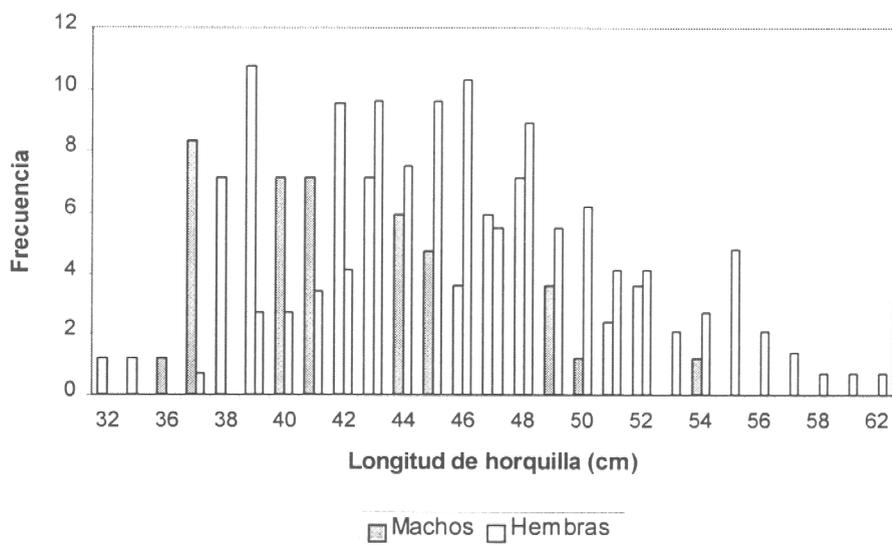


Fig. 37. Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 25 al 30 de julio de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF2

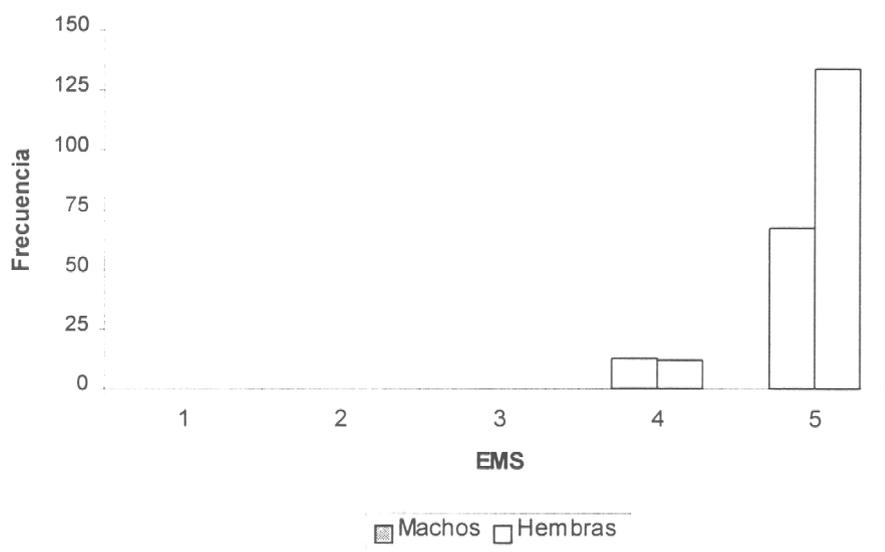


Fig. 38. Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre el 25 y 30 de julio de 1999. Monte JF2.

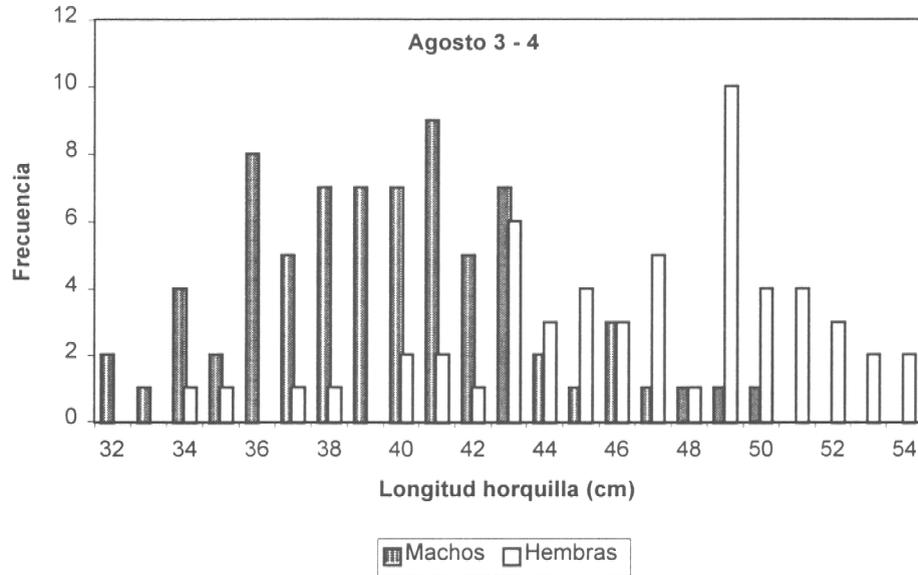


Fig. 39. Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 3 y 4 de agosto de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF1.

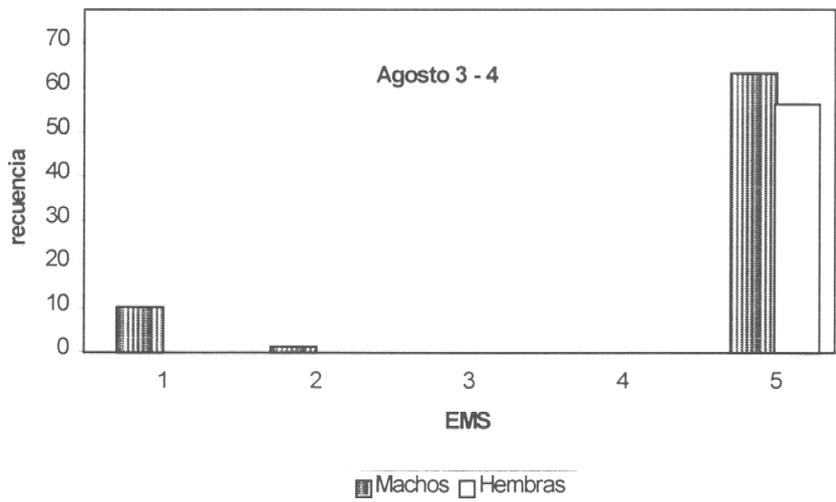


Fig. 40. Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre el 3 y 4 de agosto de 1999. Monte JF1.

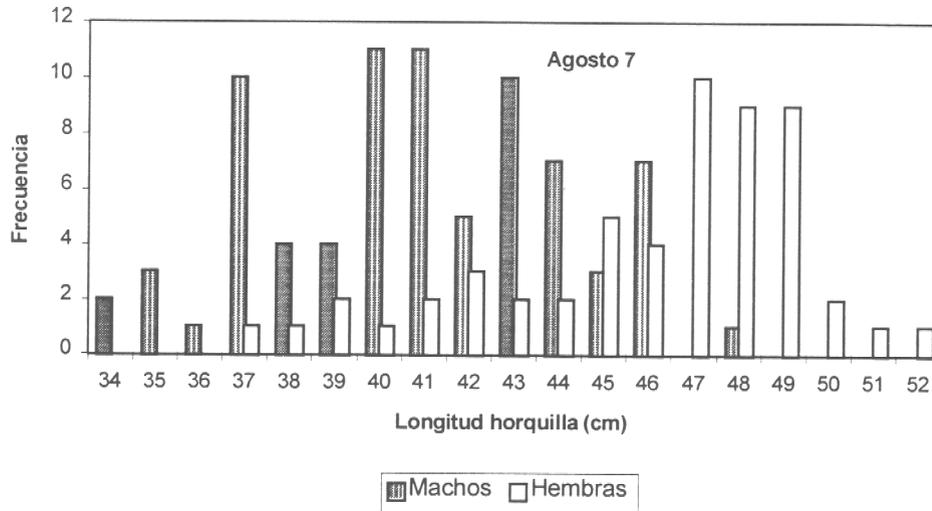


Fig. 41. Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 7 de agosto de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF1.

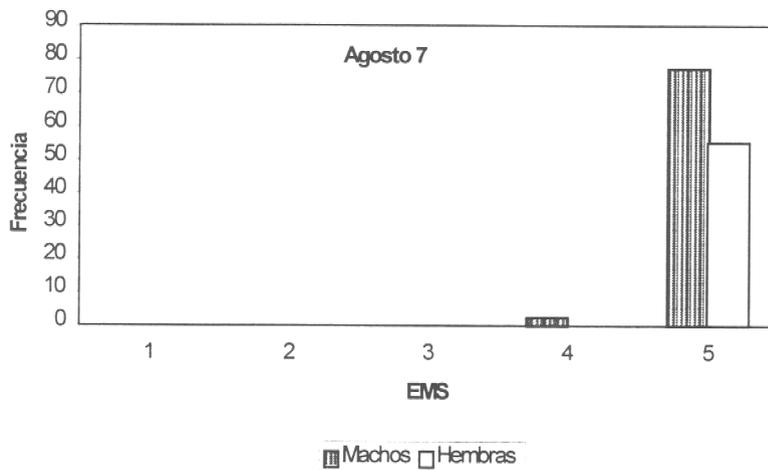


Fig. 42. Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados el 7 de agosto de 1999. Monte JF1

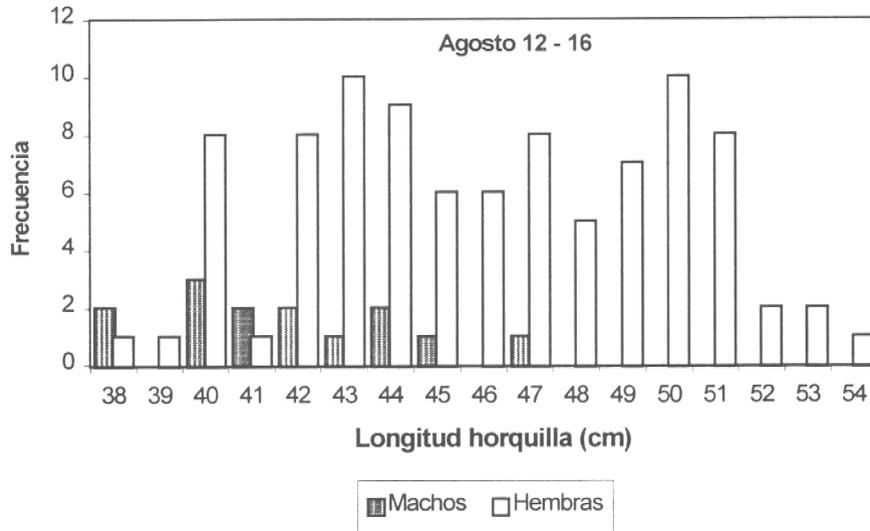


Fig. 43. Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 12 al 16 de agosto de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF1.

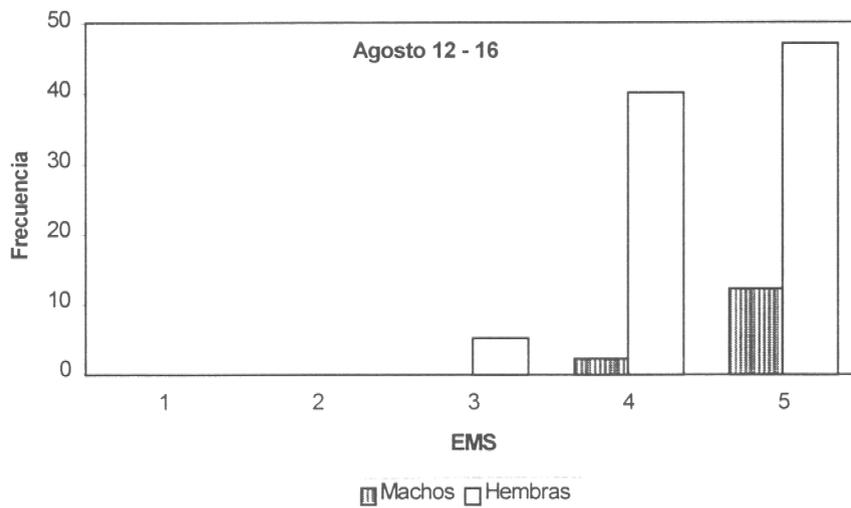


Fig. 44. Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre 12 y 16 de agosto de 1999. Monte JF1.

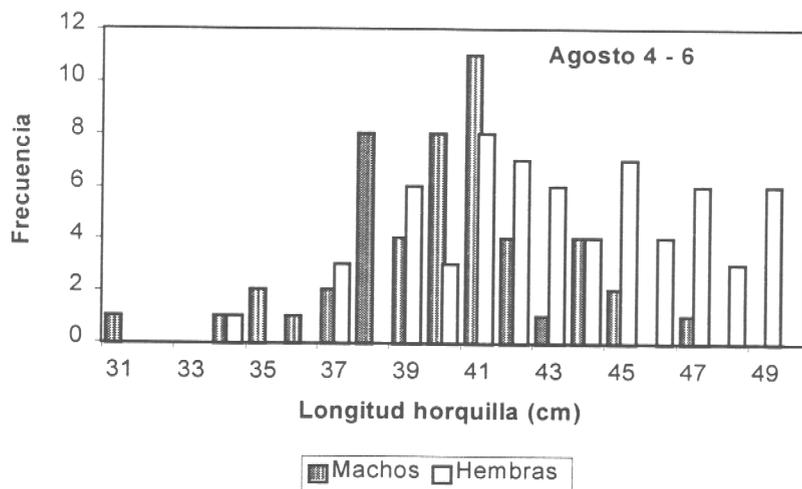


Fig. 45. Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 4 al 6 de agosto de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF2.

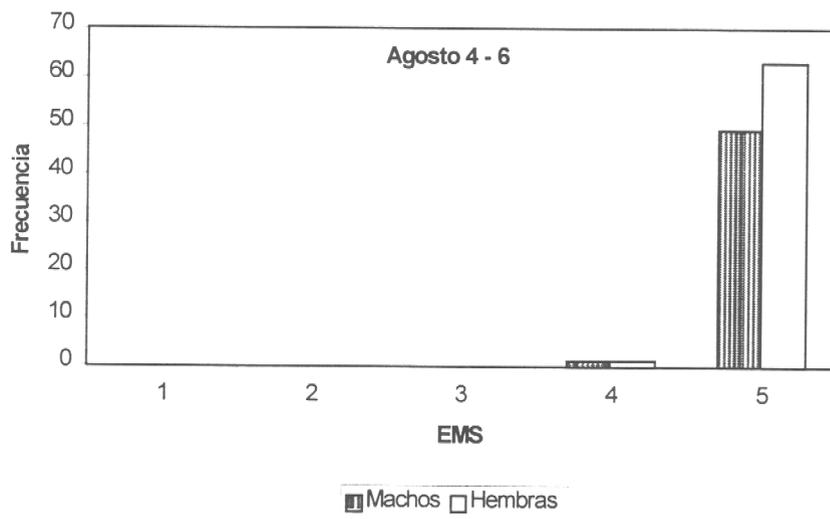


Fig. 46. Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre el 4 y 6 de agosto de 1999. Monte JF2.

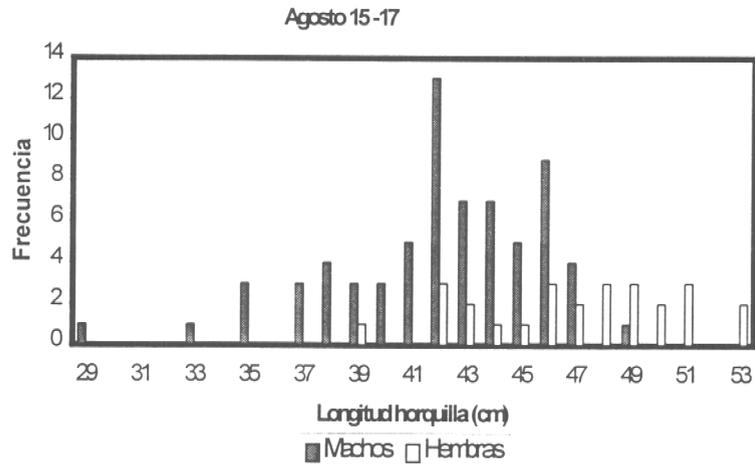


Fig. 47. Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 15 al 17 de agosto de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF3.

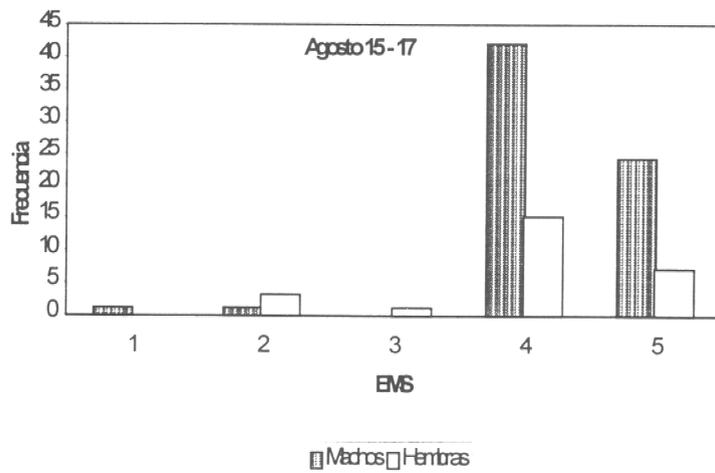


Fig. 48. Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre 15 y 17 de agosto de 1999. Monte JF3.

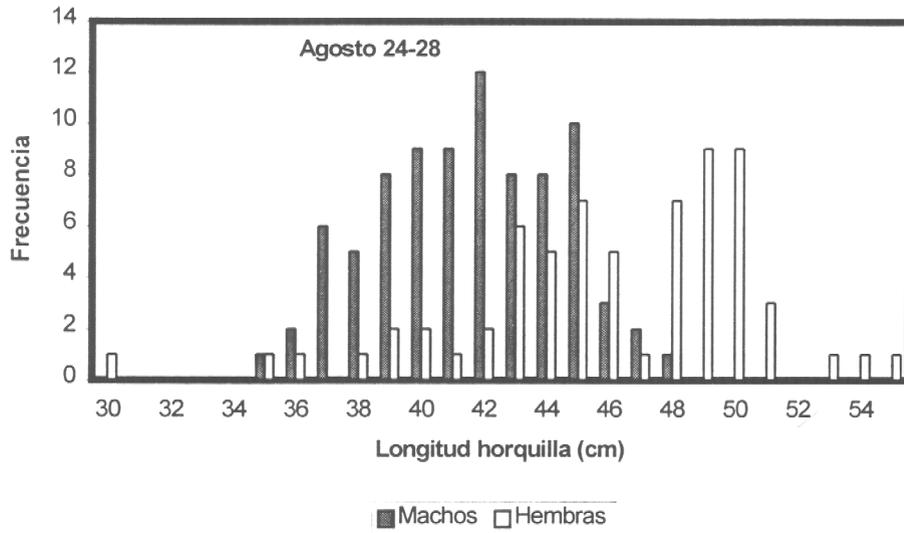


Fig. 49. Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 24 al 28 de agosto de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF3.

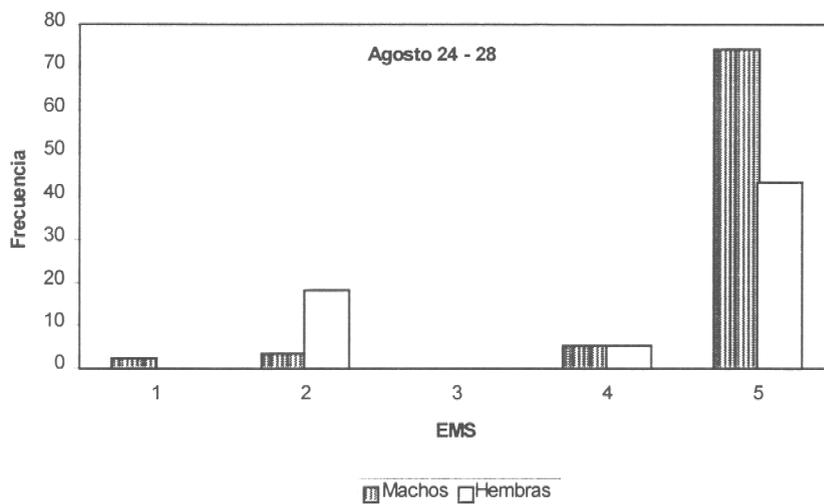


Fig. 50. Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre 24 y 28 de agosto de 1999. Monte JF3.

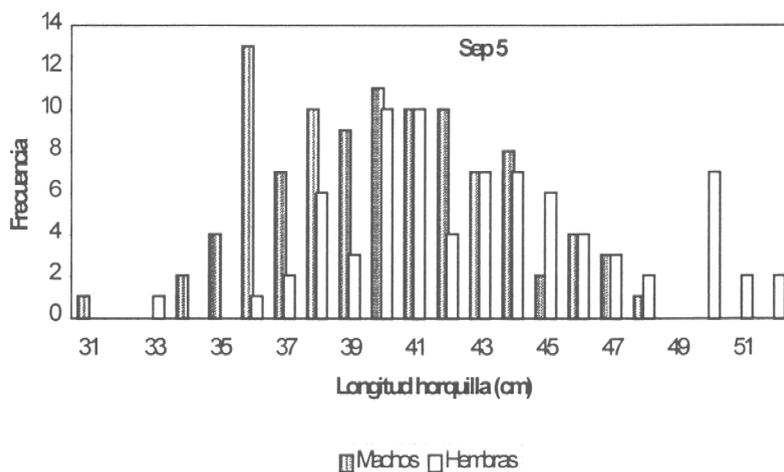


Fig. 51. Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 5 al 7 de septiembre de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF1.

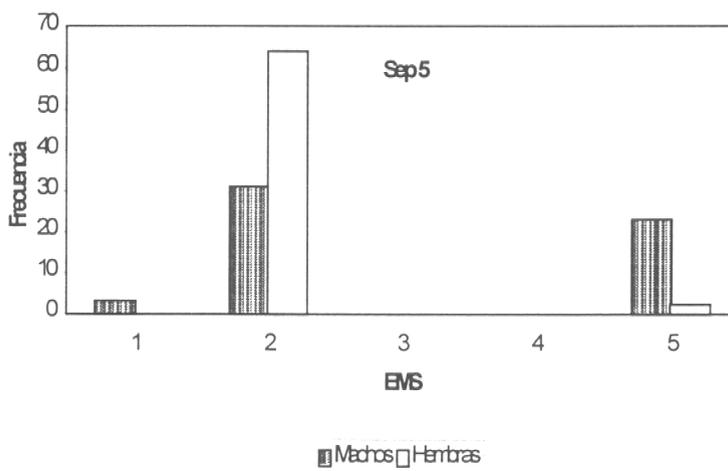


Fig. 52. Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados entre 5 y 7 de septiembre de 1999. Monte JF1

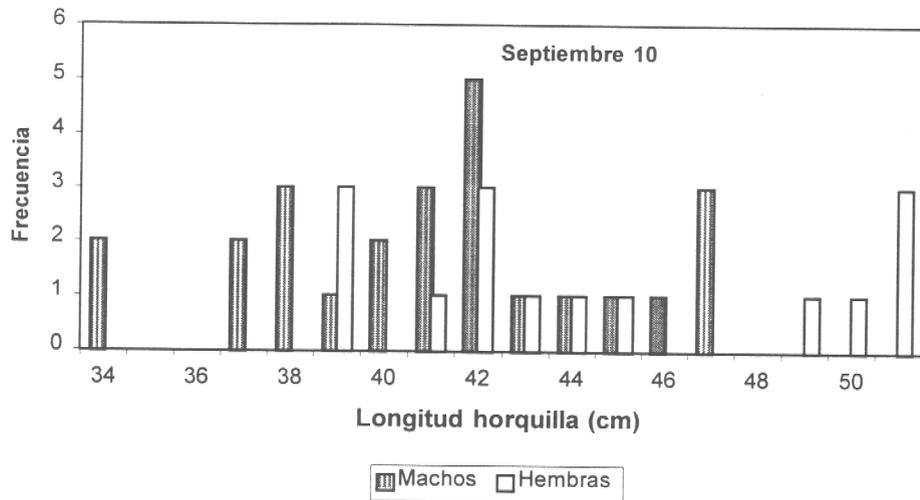


Fig. 53. Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 10 de septiembre de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF1.

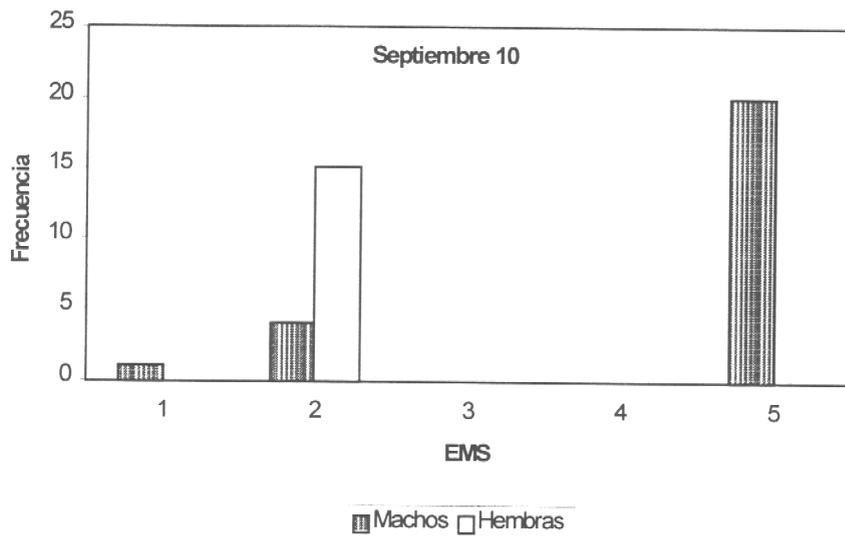


Fig. 54. Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados el 10 de septiembre de 1999. Monte JF1

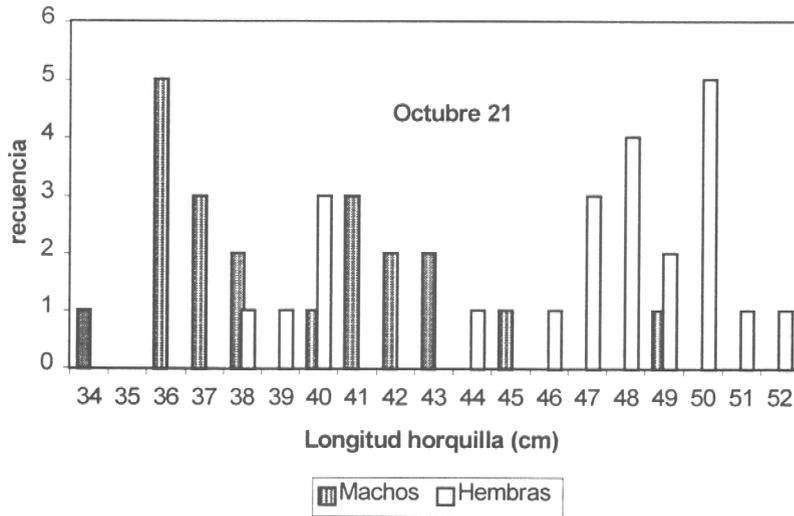


Fig. 55. Frecuencia de longitudes de orange roughy en las muestras del 21 de octubre de 1999, analizadas para determinar estadios de madurez sexual. Monte JF1

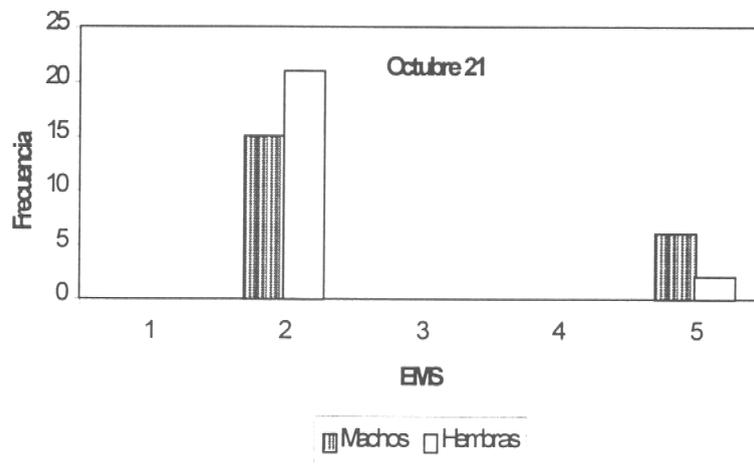


Fig. 56. Frecuencia de estadios de madurez sexual (EMS) en ejemplares de orange roughy capturados el 21 de octubre de 1999. Monte JF1.

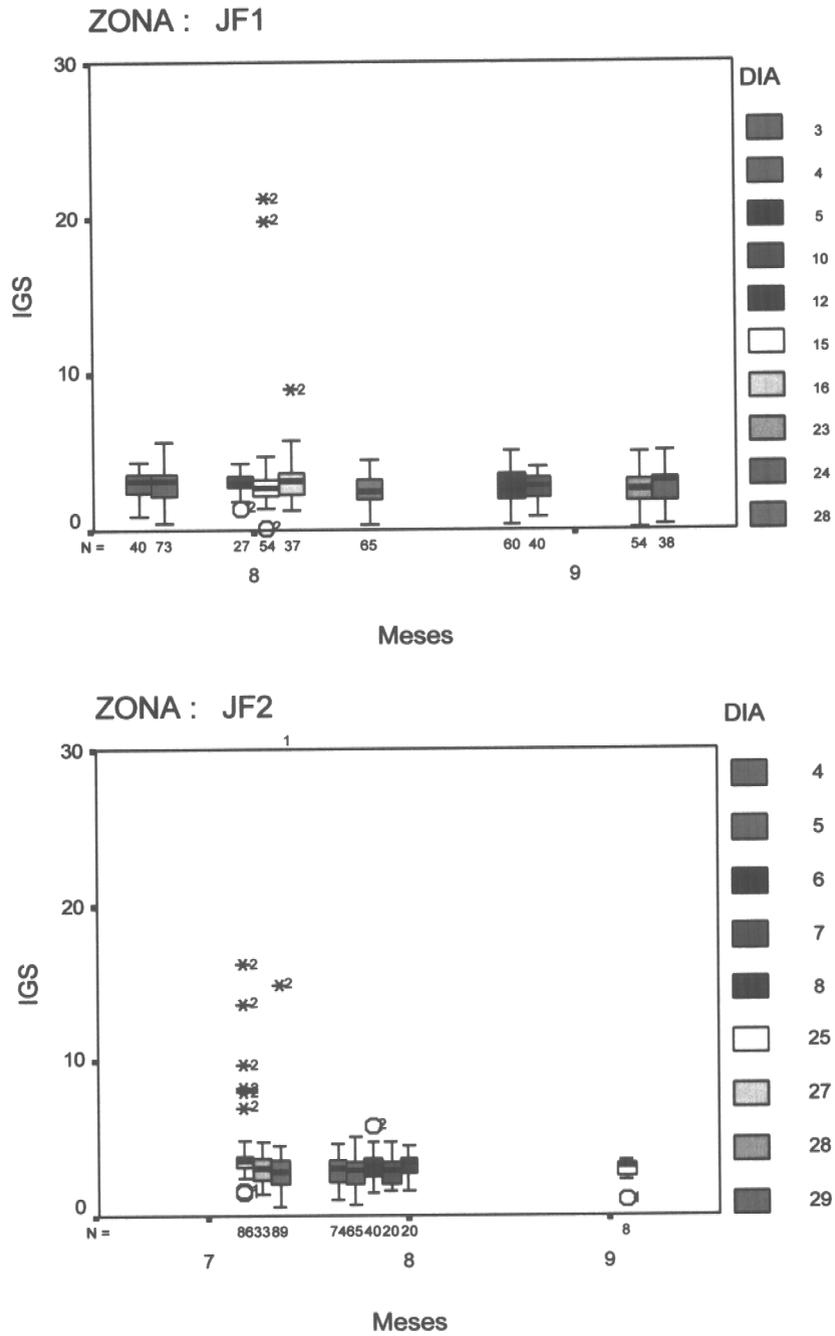


Fig 57. Boxplot del índice gonadosomático de orange roughy por mes y día. Monte JF1 y JF2, área de Juan Fernández, 1999.

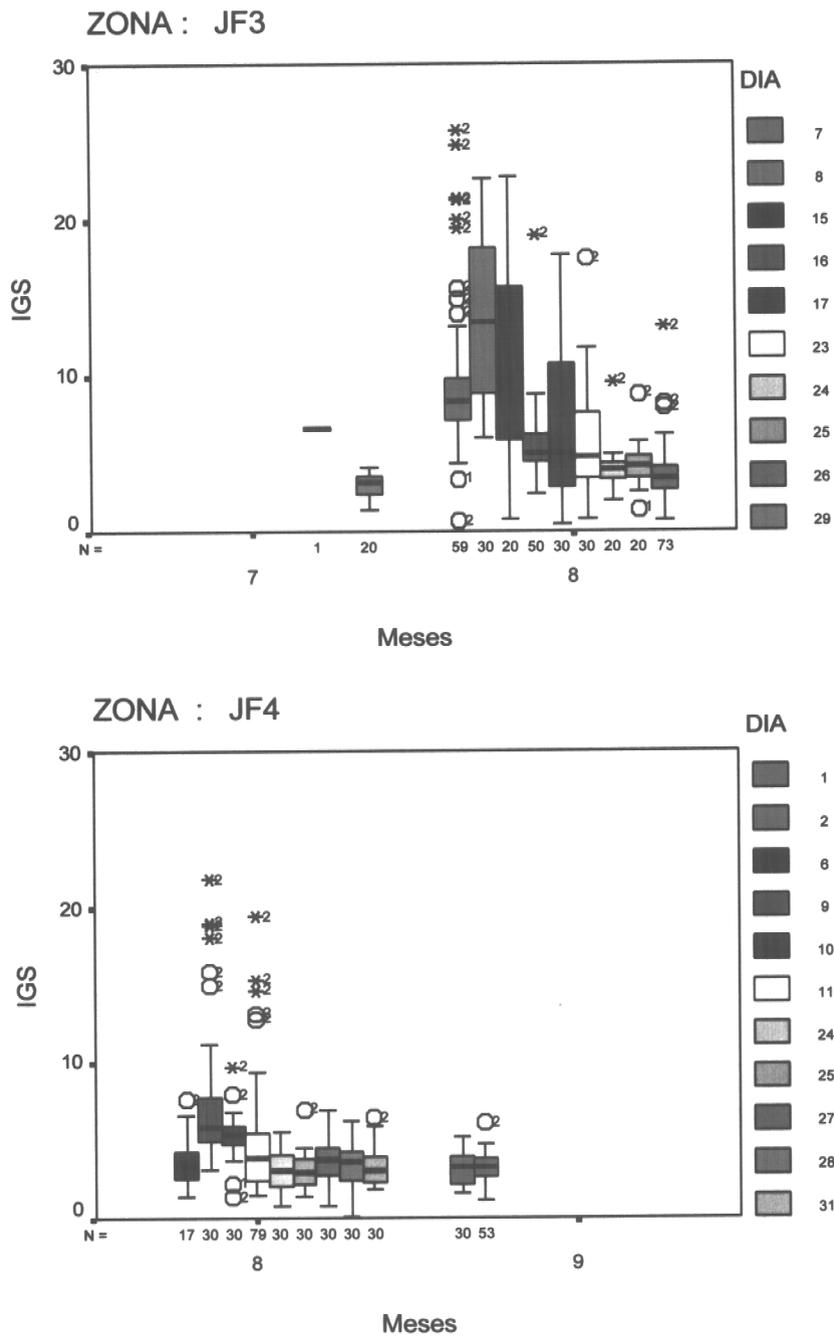


Fig. 58. Boxplot del índice gonadosomático de orange roughy por mes y día. Monte JF3 y JF4, área de Juan Fernández, 1999.

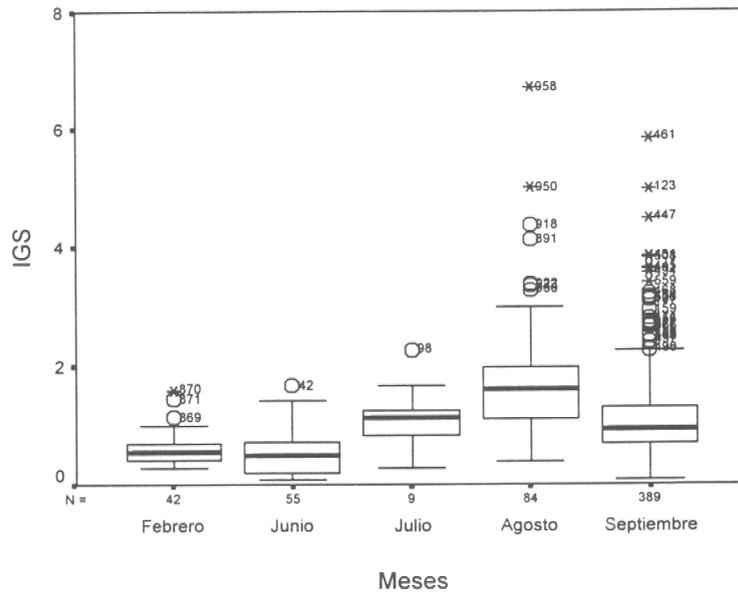


Fig. 59. Boxplot del índice gonadosomático de alfonsino por mes. Area de Juan Fernández, 1999.

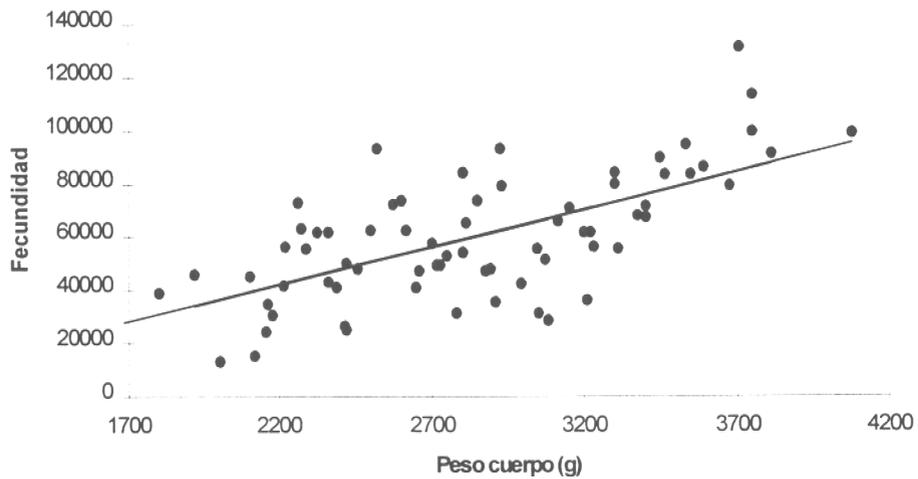


Fig. 60. Relación entre la fecundidad y el peso corporal en el orange roughy.

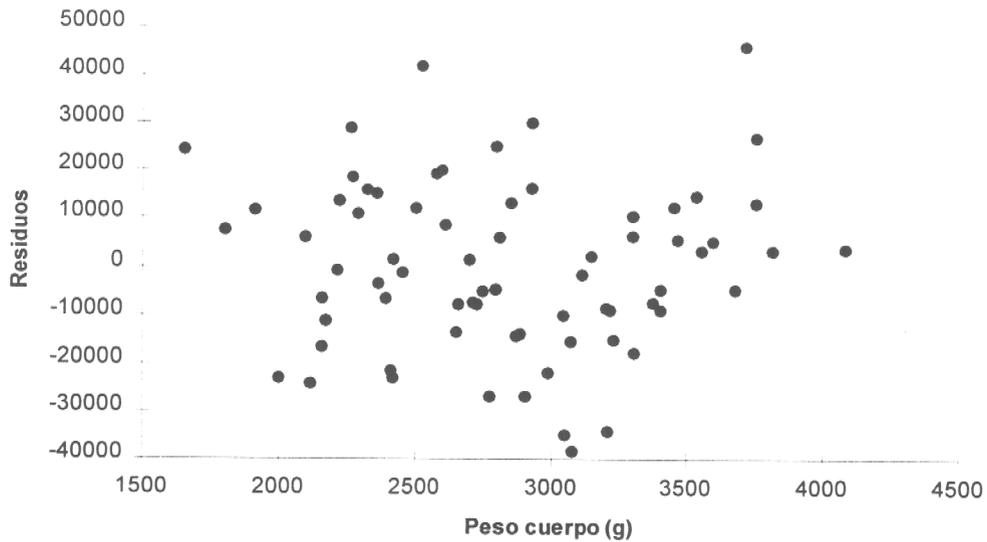


Fig. 61. Valores de los residuos de la relación fecundidad peso corporal en el orange roughy.

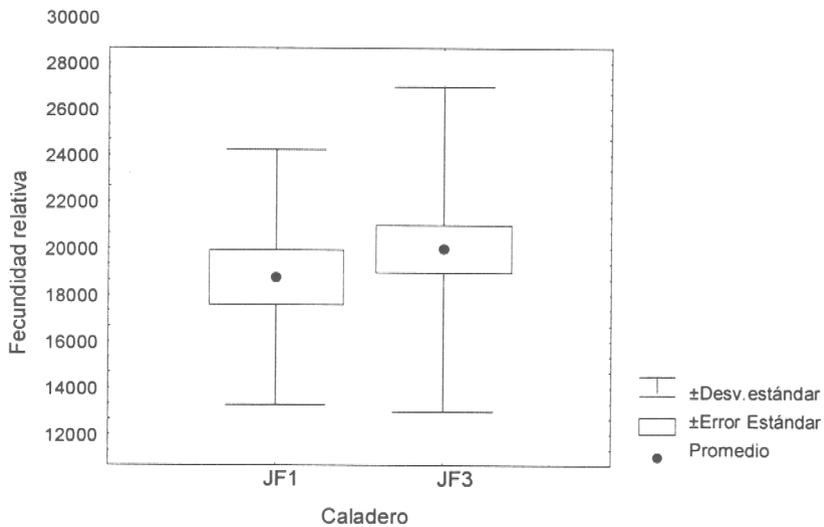


Fig. 62. Fecundidad relativa del orange roughy proveniente de los Montes JF1 y JF3.

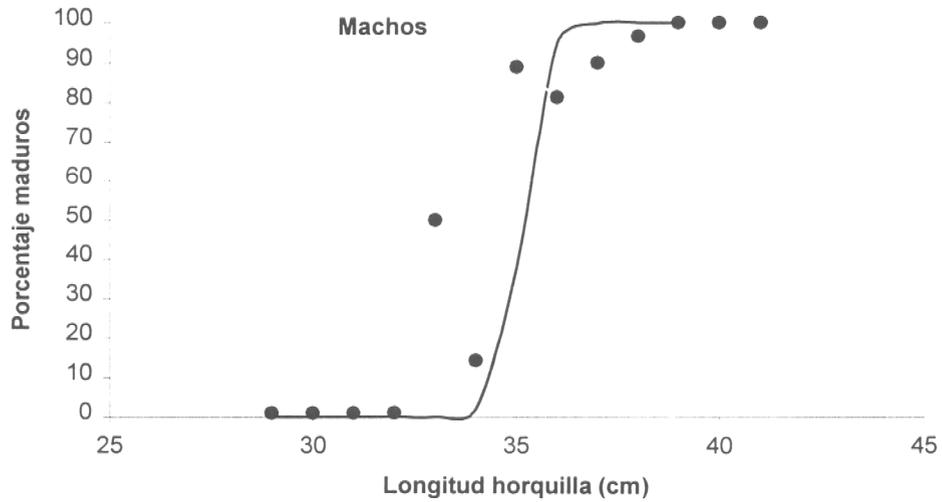


Fig. 63. Talla 50% de la primera madurez sexual en machos de orange roughy. Los puntos corresponden a los valores observados y la curva corresponde a la ecuación estimada.

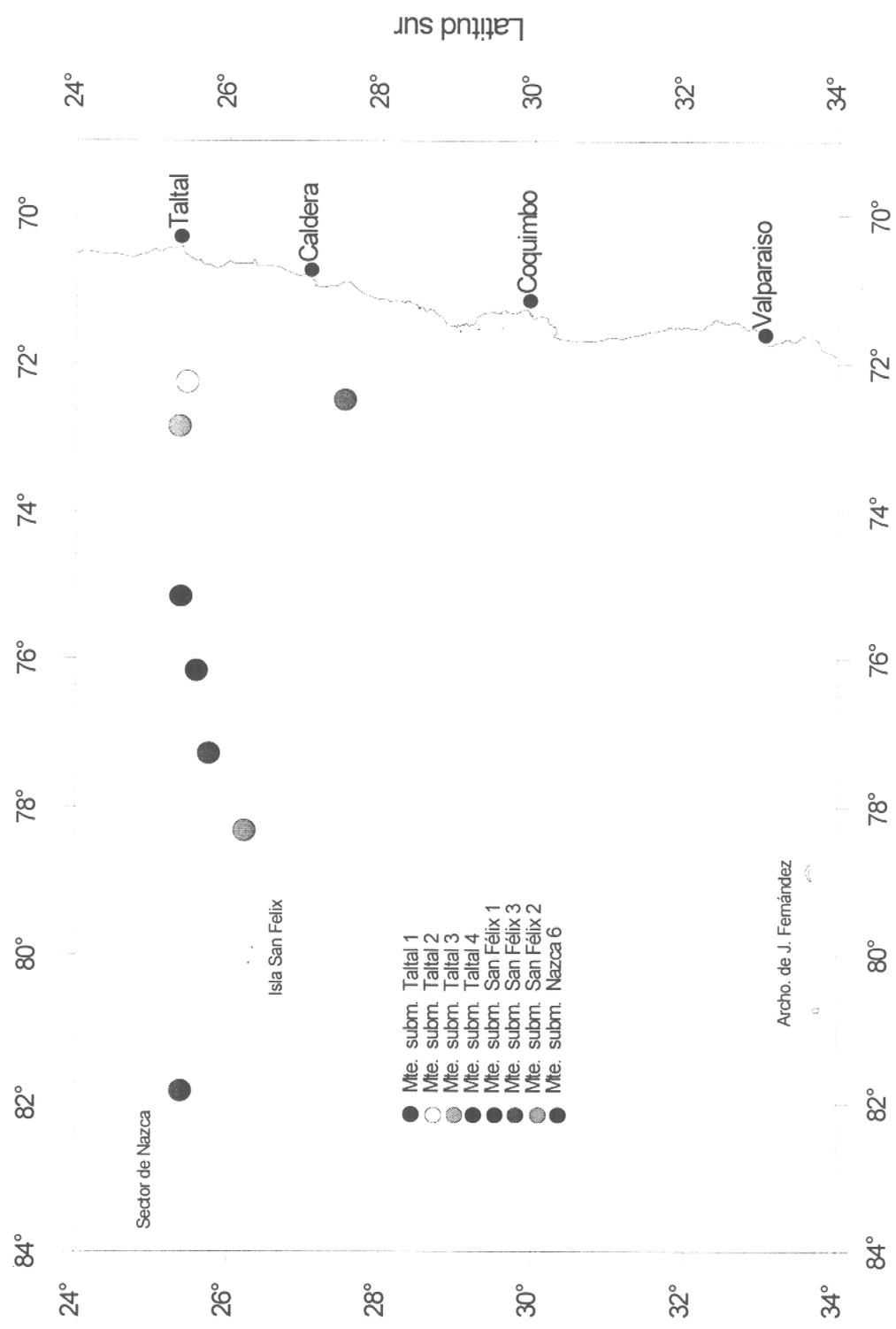


Fig. 64. Localización de los montes submarinos explorados durante el crucero de prospección de octubre de 1999.

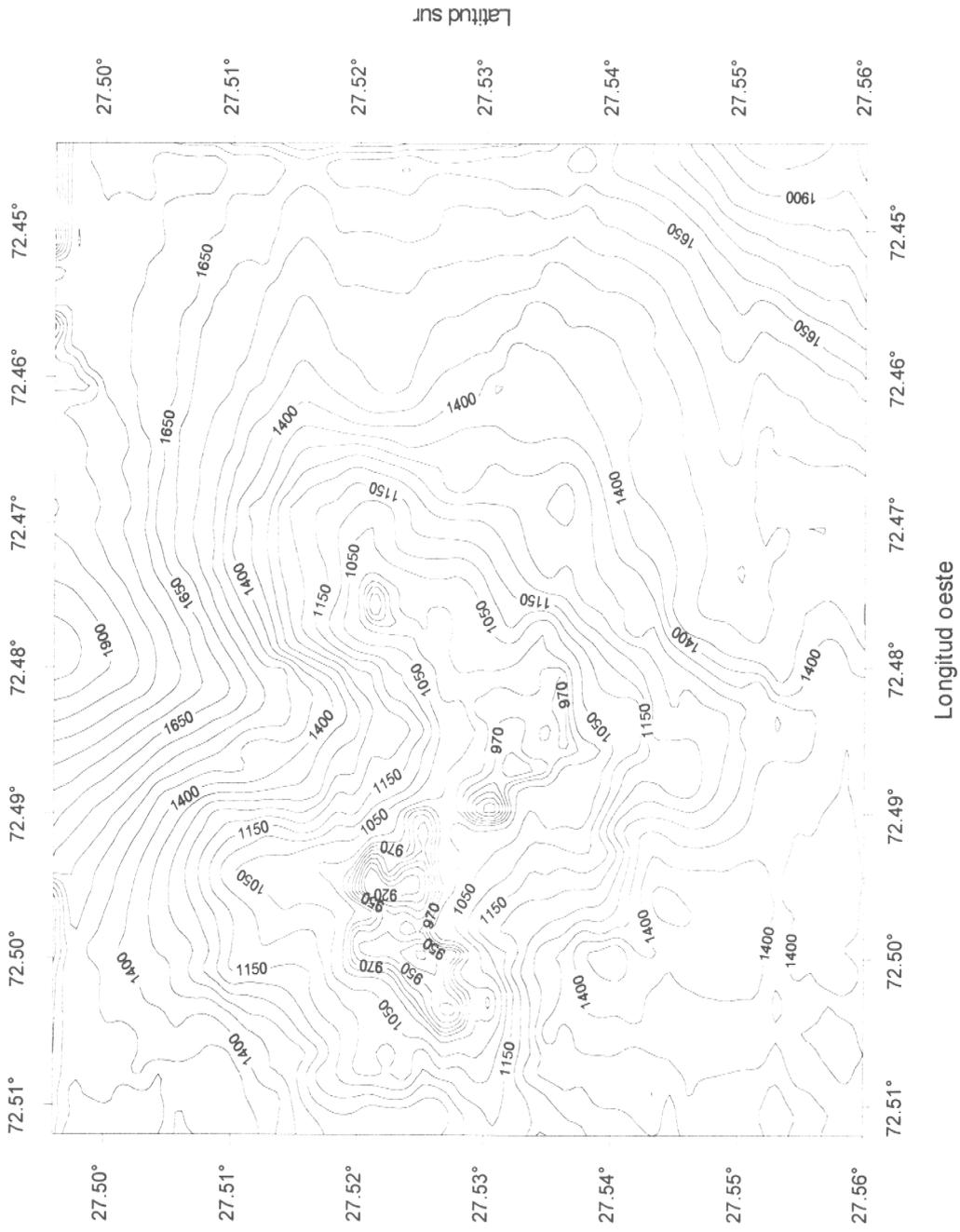


Fig. 65. Levantamiento batimétrico del monte submarino Taltal 1.

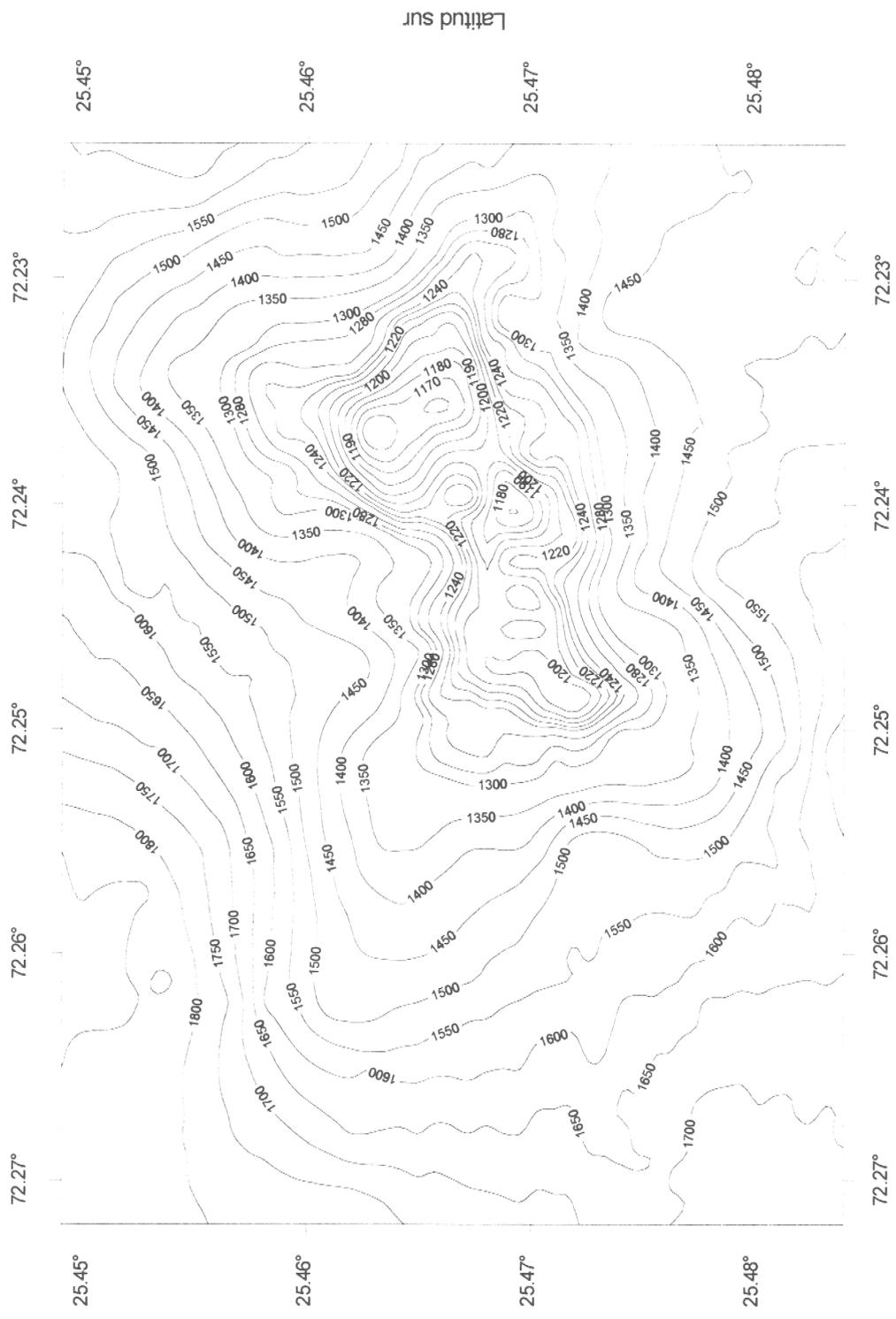


Fig. 66. Levantamiento batimétrico del monte submarino Taltal 2.

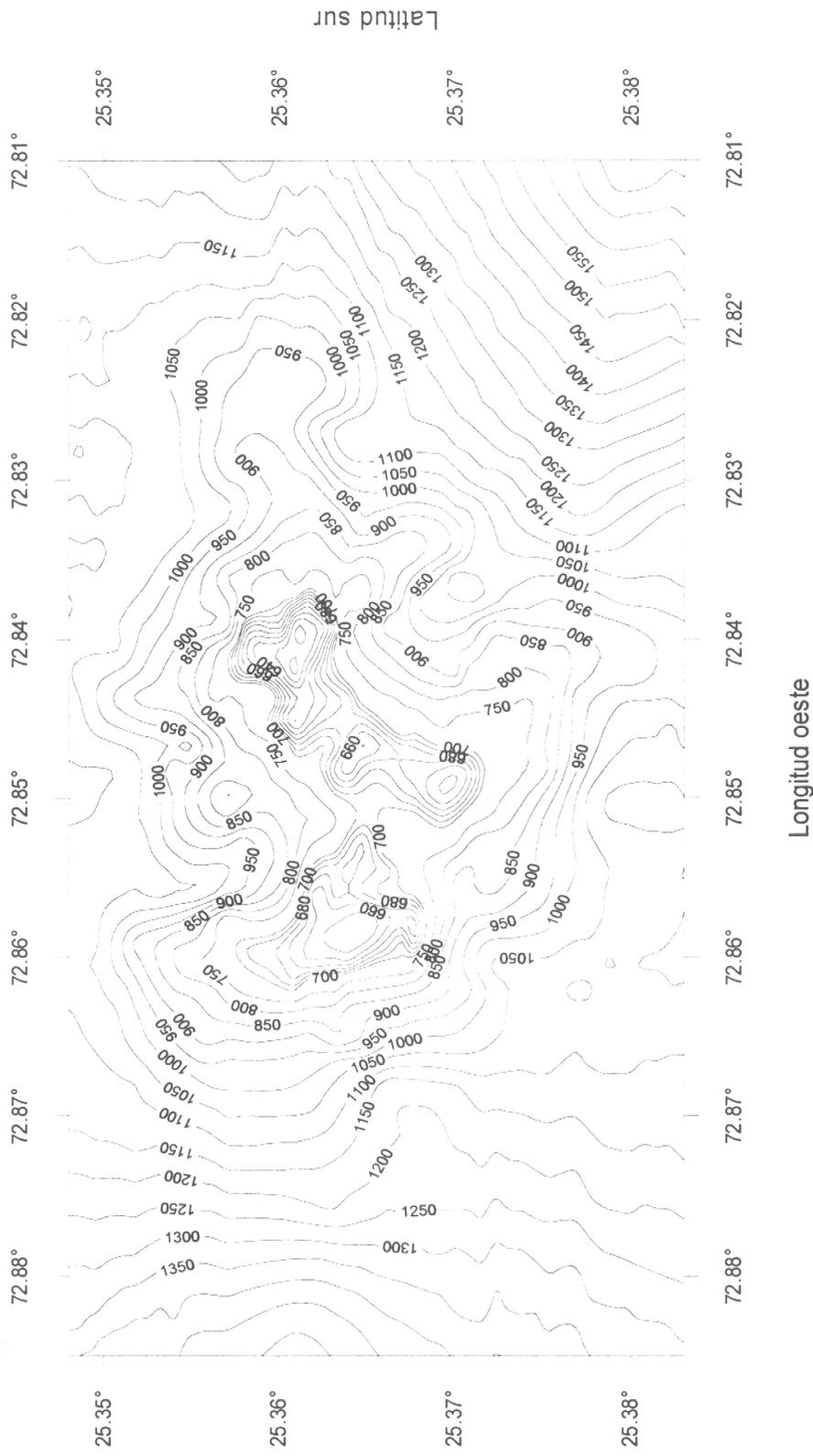


Fig. 67. Levantamiento batimétrico del monte submarino Taital 3.

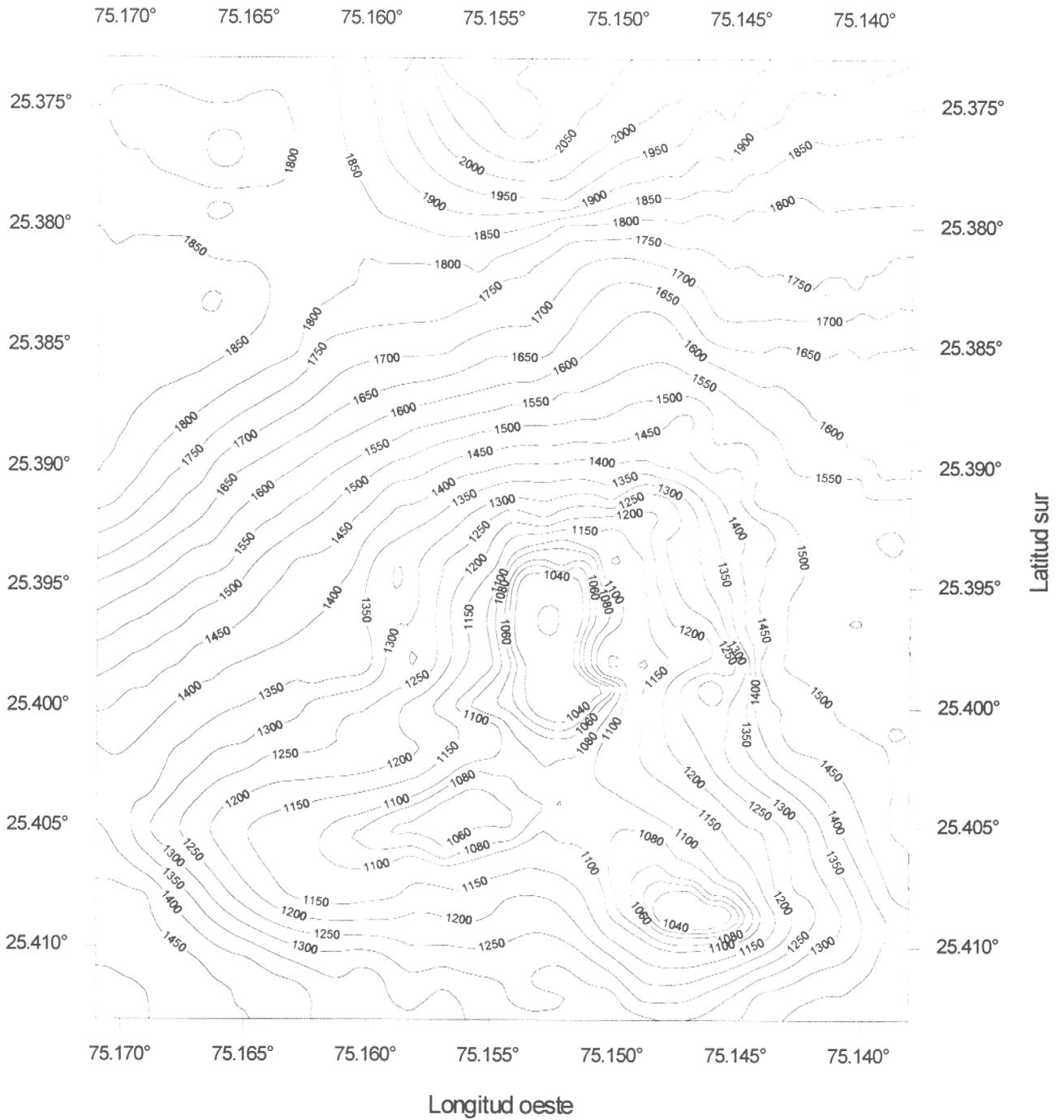


Fig. 68. Levantamiento batimétrico del monte submarino Taltal 4.

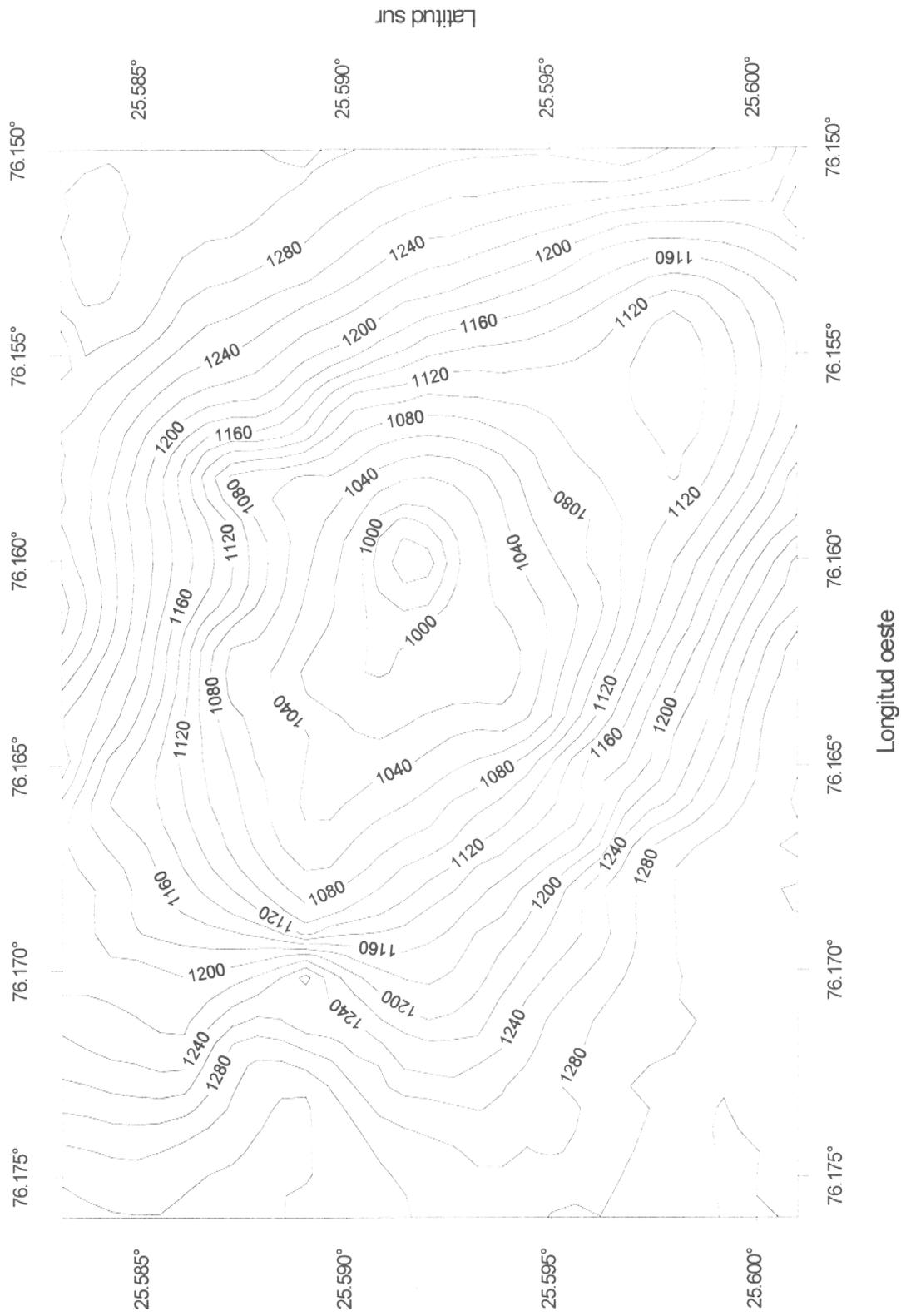


Fig. 69. Levantamiento batimétrico del monte submarino San Félix 1.

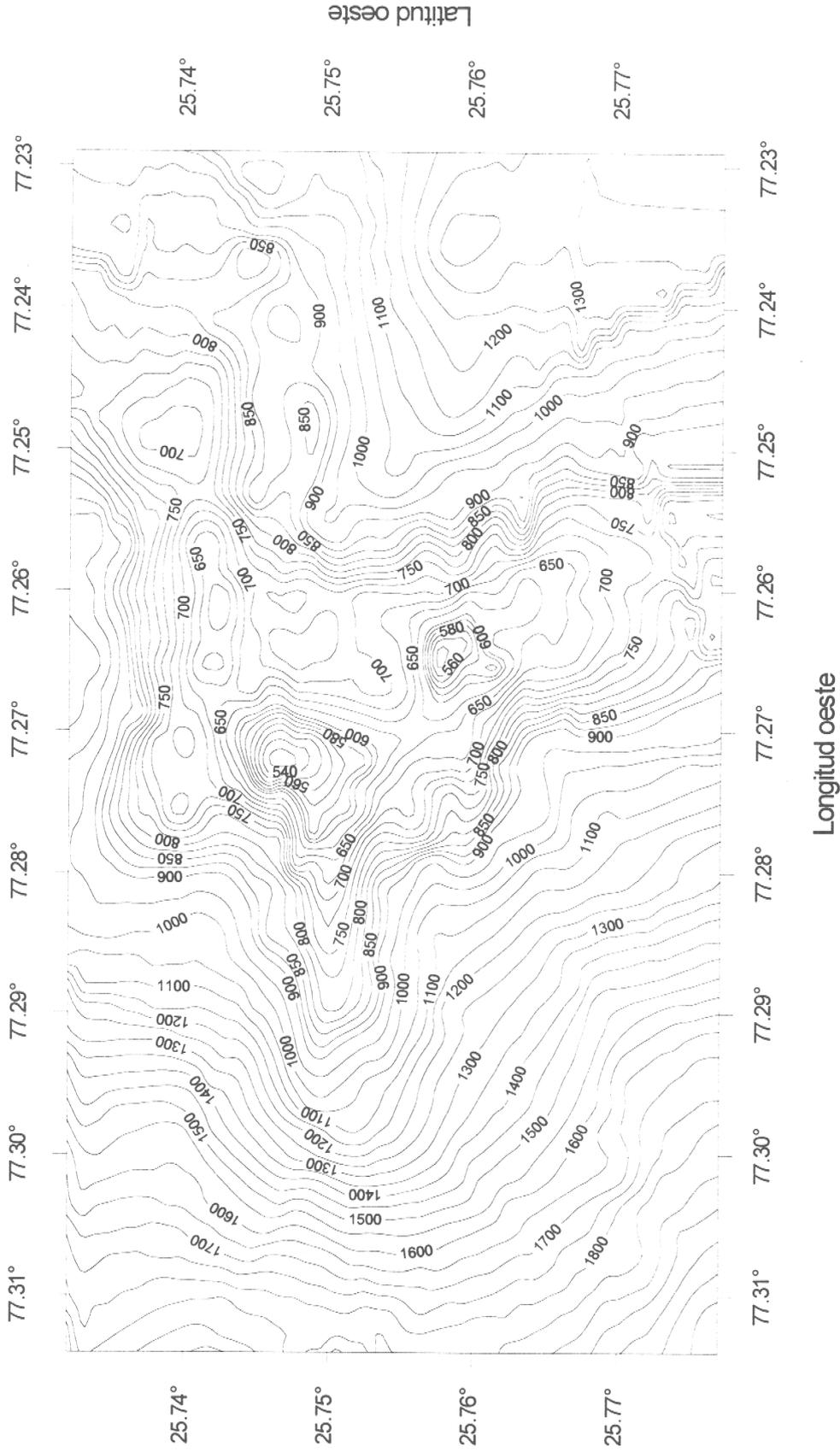


Fig. 70. Levantamiento batimétrico del monte submarino San Félix 3.

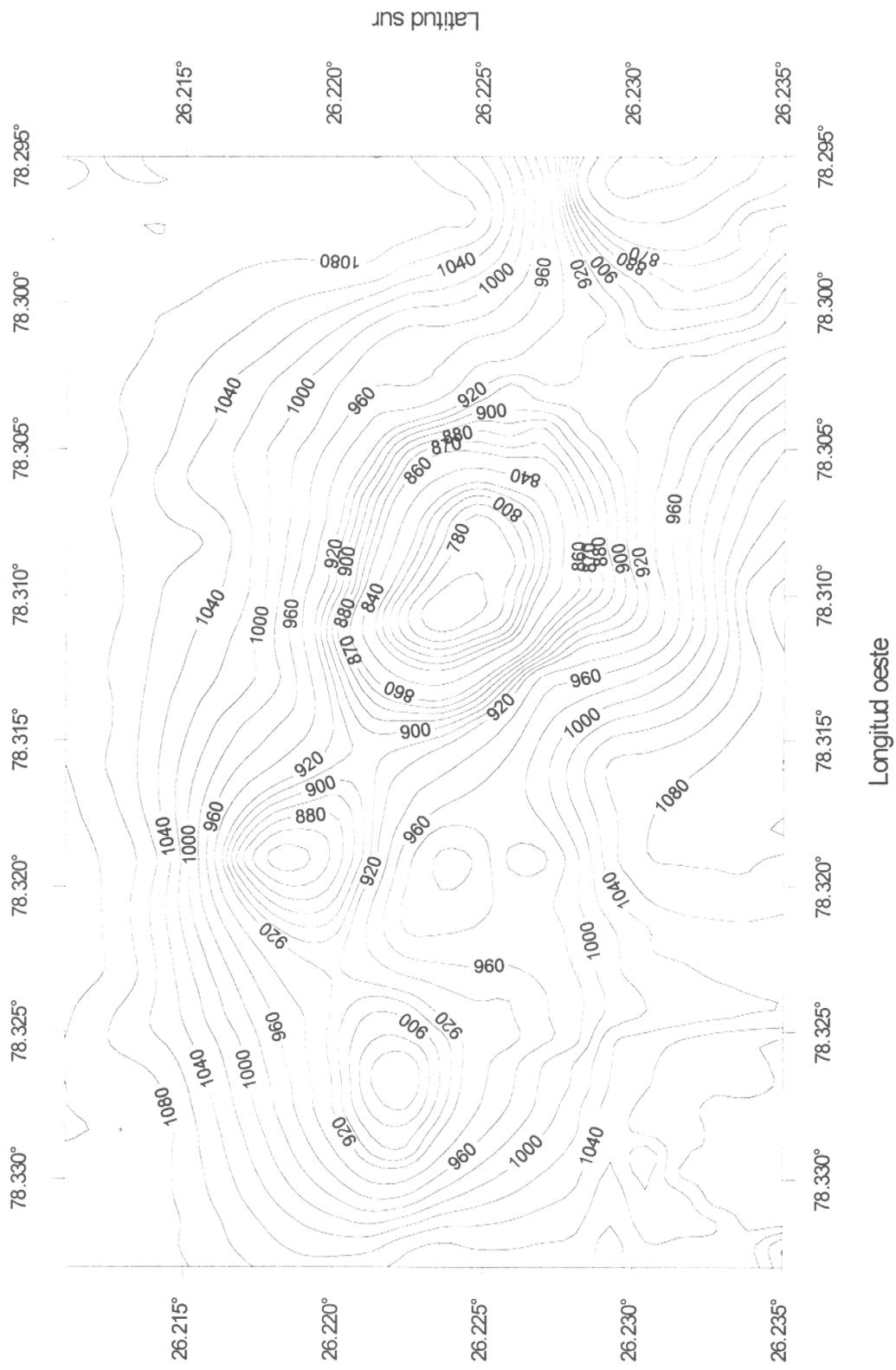


Fig.71. Levantamiento batimétrico del monte submarino San Félix 2.

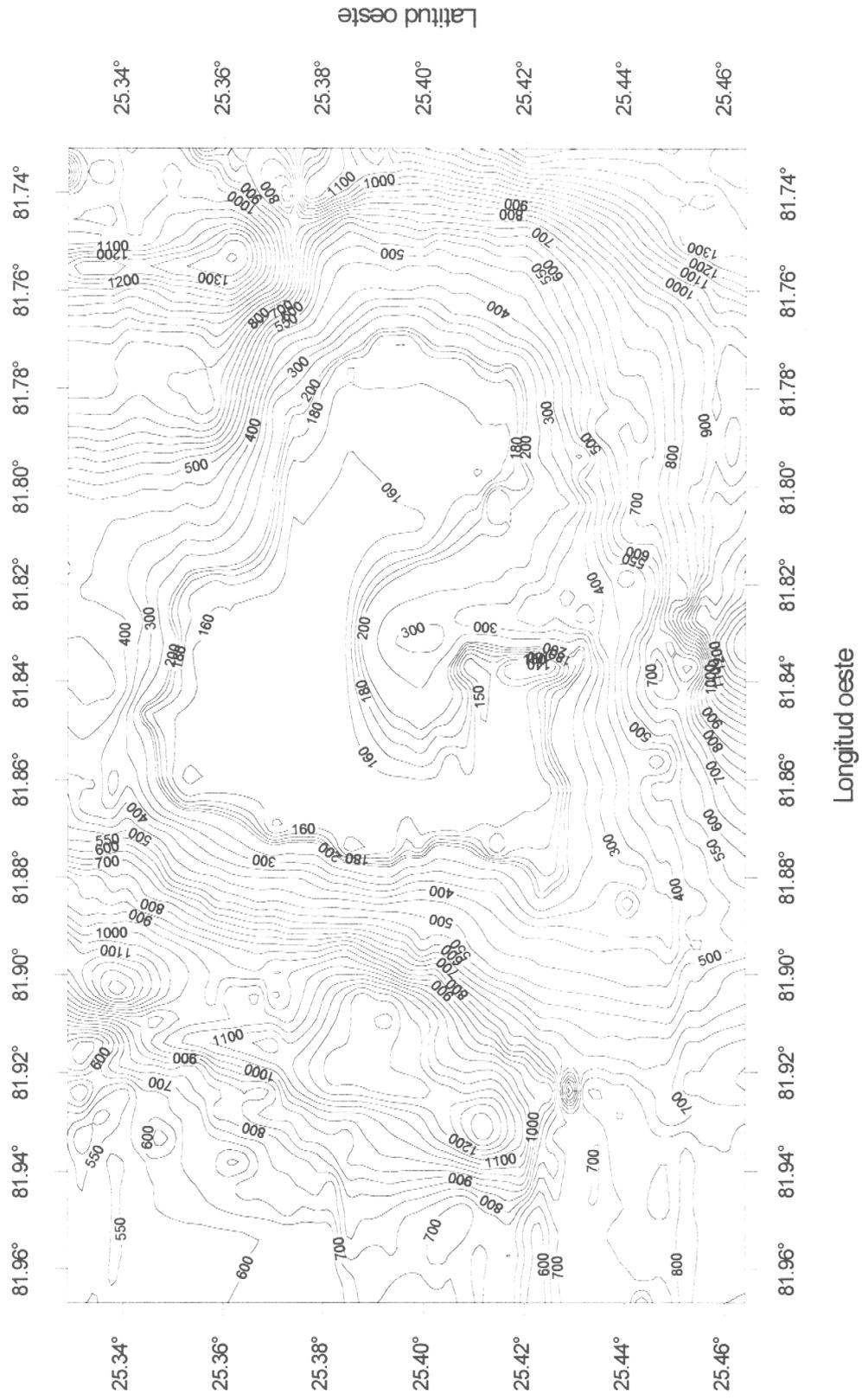


Fig. 72. Levantamiento batimétrico del monte submarino Nazca 1

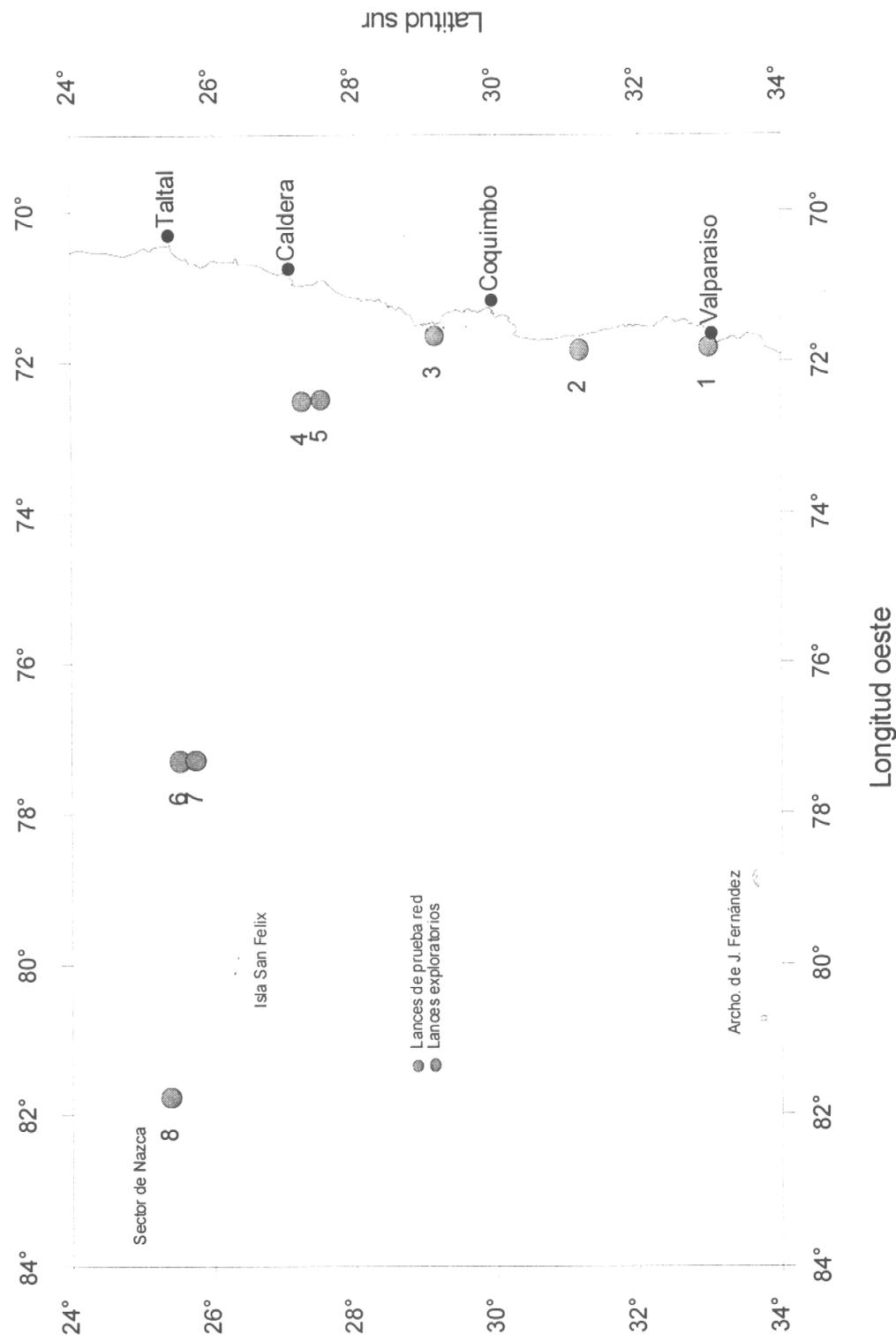


Fig. 73. Localización de los lances de pesca realizados durante el crucero de prospección de octubre 1999.

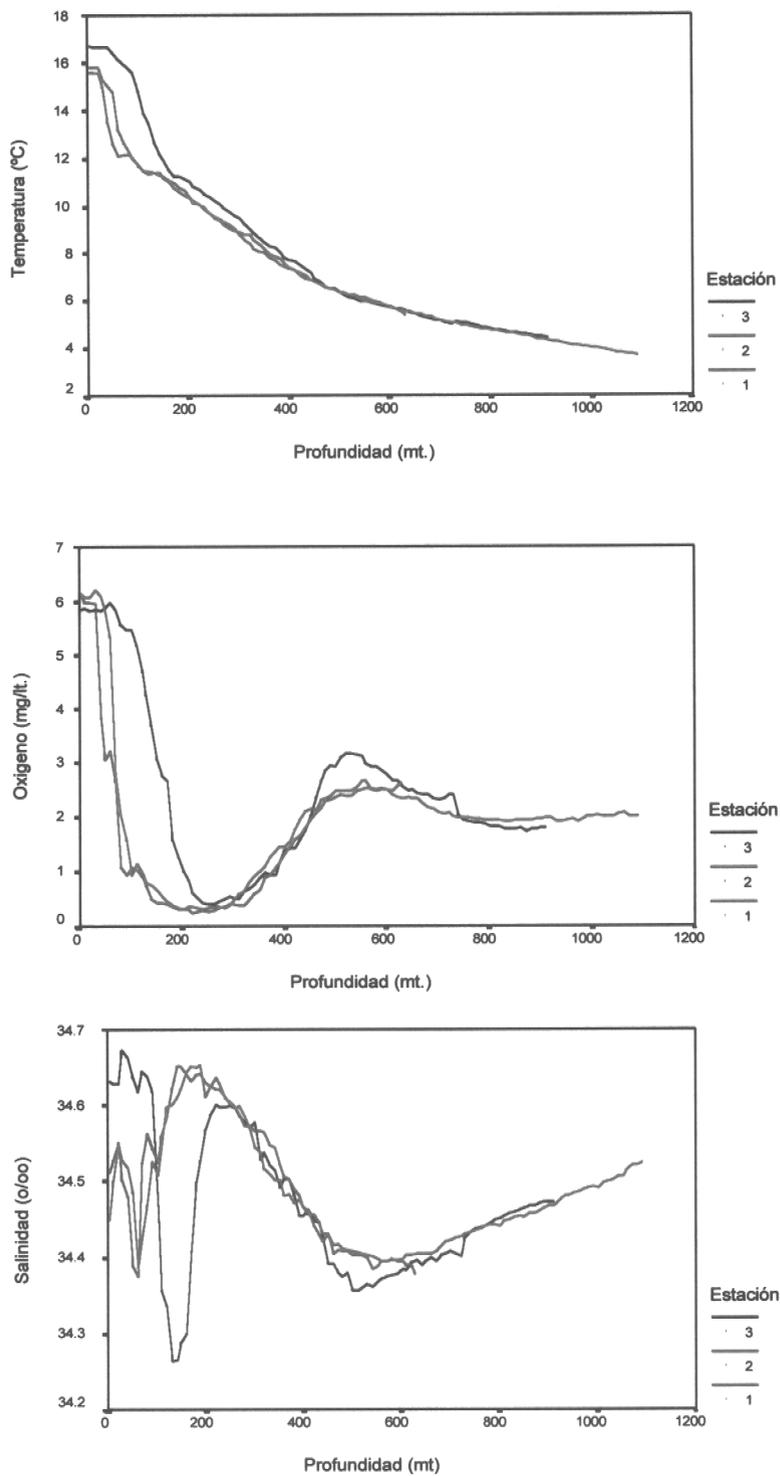
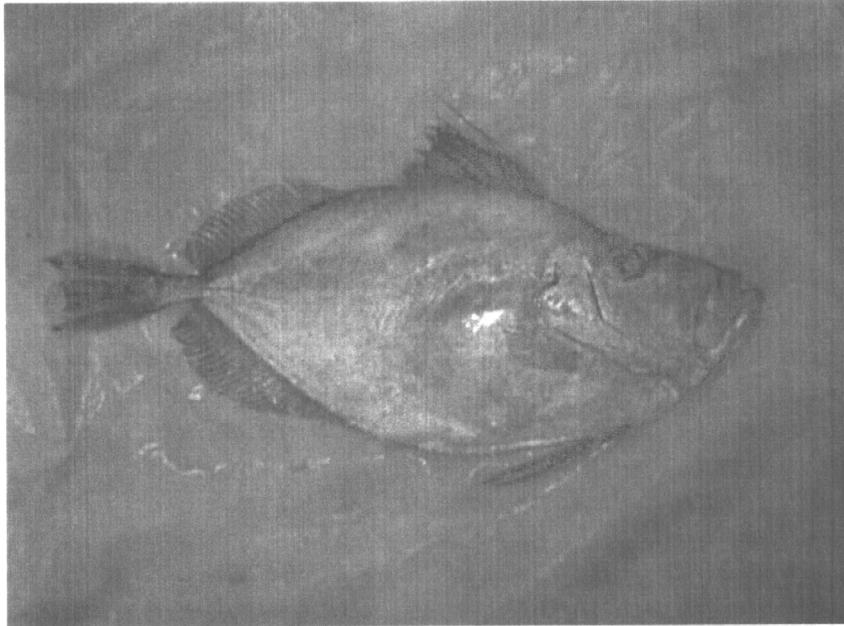
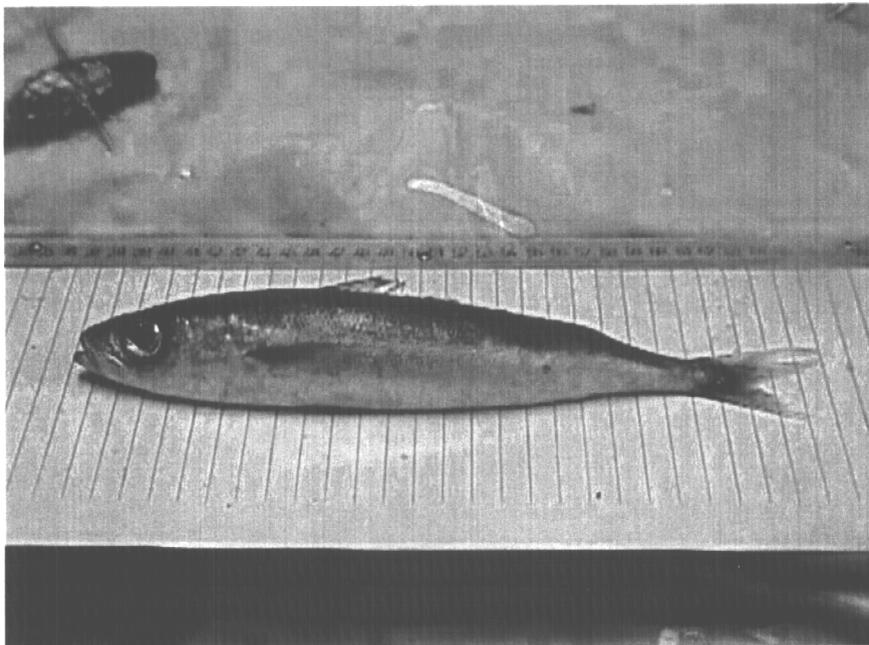


Fig. 74. Temperatura, oxígeno y salinidad del agua, por estación (1: 25°27,9' S, 72°24.6' W; 2: 25°21.6' S, 72°51.39' W; 3: 25°35.5' S, 76°09.8' W).



Mirror Dory (Zenopsis conchifer)



Emmelichthys sp.

Fig.75. Principales especies capturadas en Nazca 1 (25°25' L.S. y 81°50' L.W.).

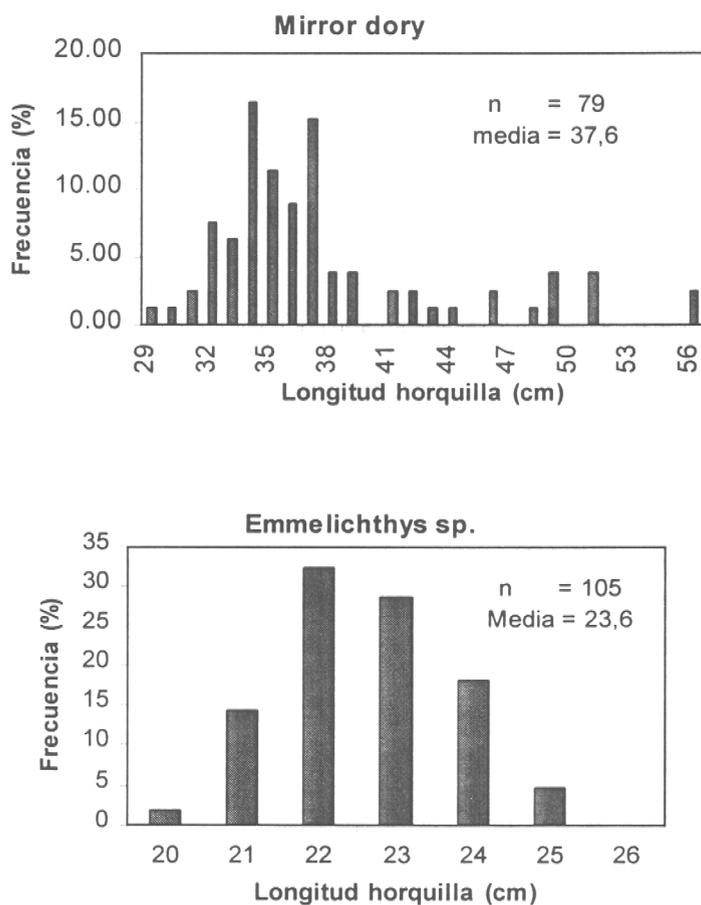


Fig. 76. Distribución de tamaño de las dos principales especies capturadas en la zona de Nazca (25°25' L.S. y 81°50' L.W.).

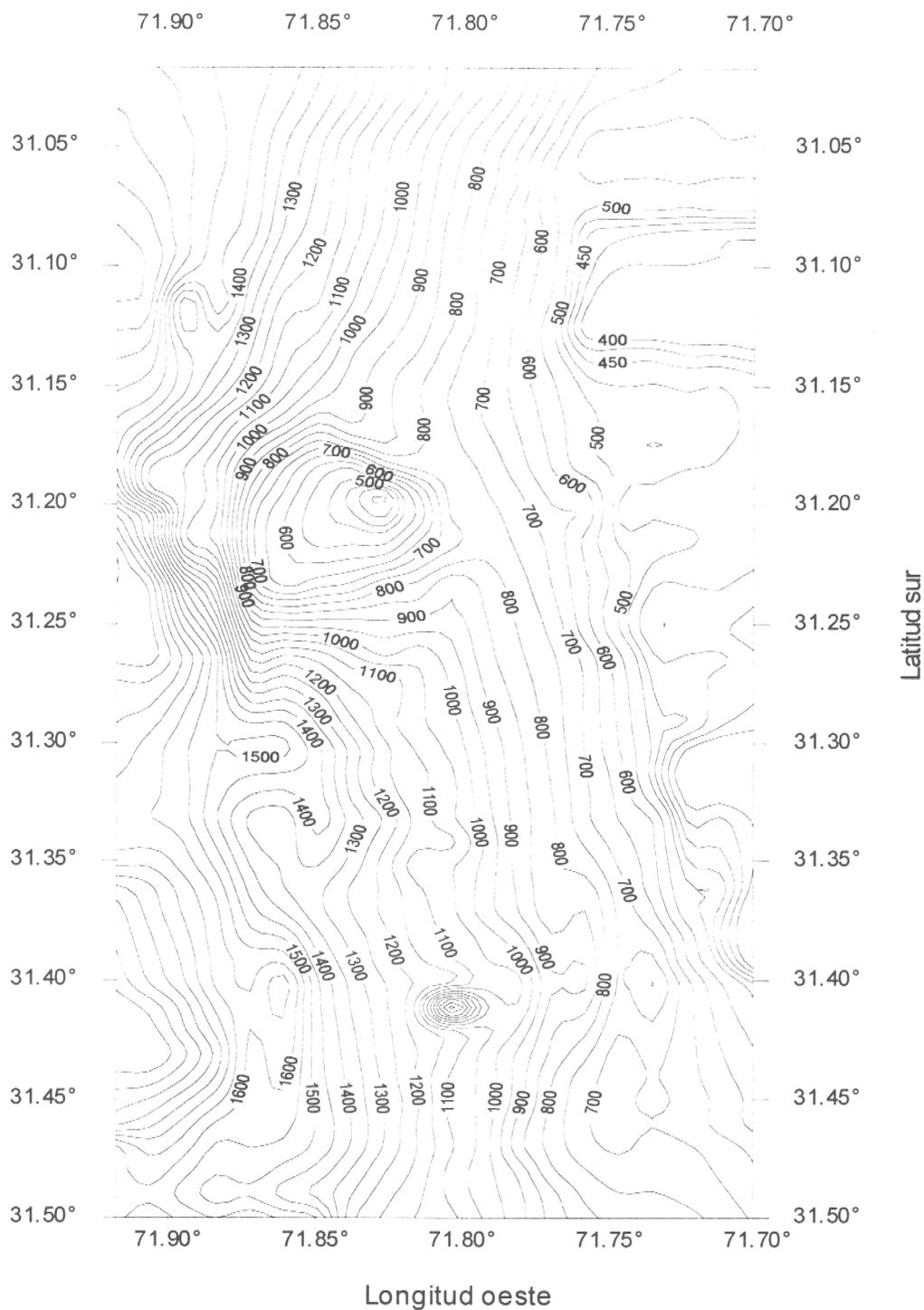


Fig. 77. Características batimétricas del área investigada en el crucero de prospección realizado en septiembre del 2000.

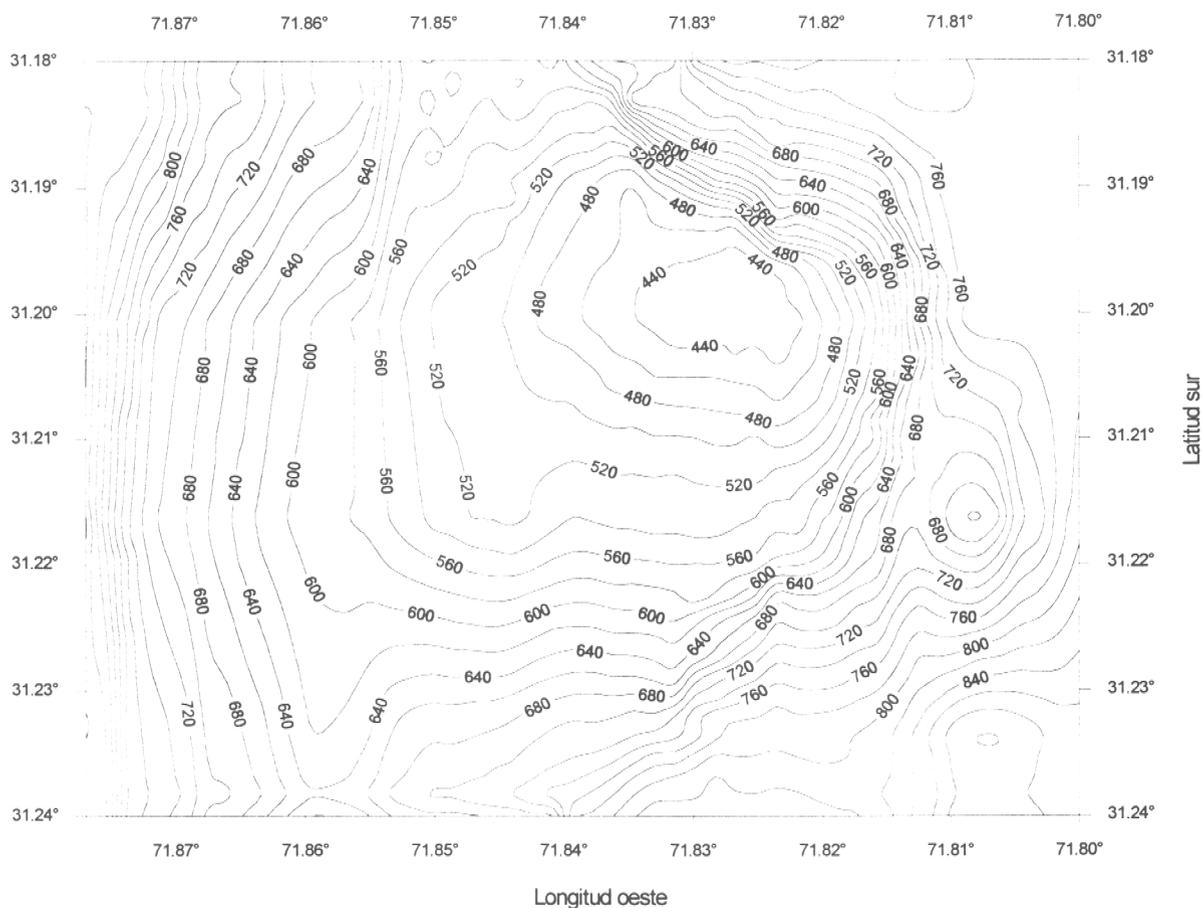


Fig. 78. Levantamiento batimétrico del monte submarino localizado frente a Punta Sierra.

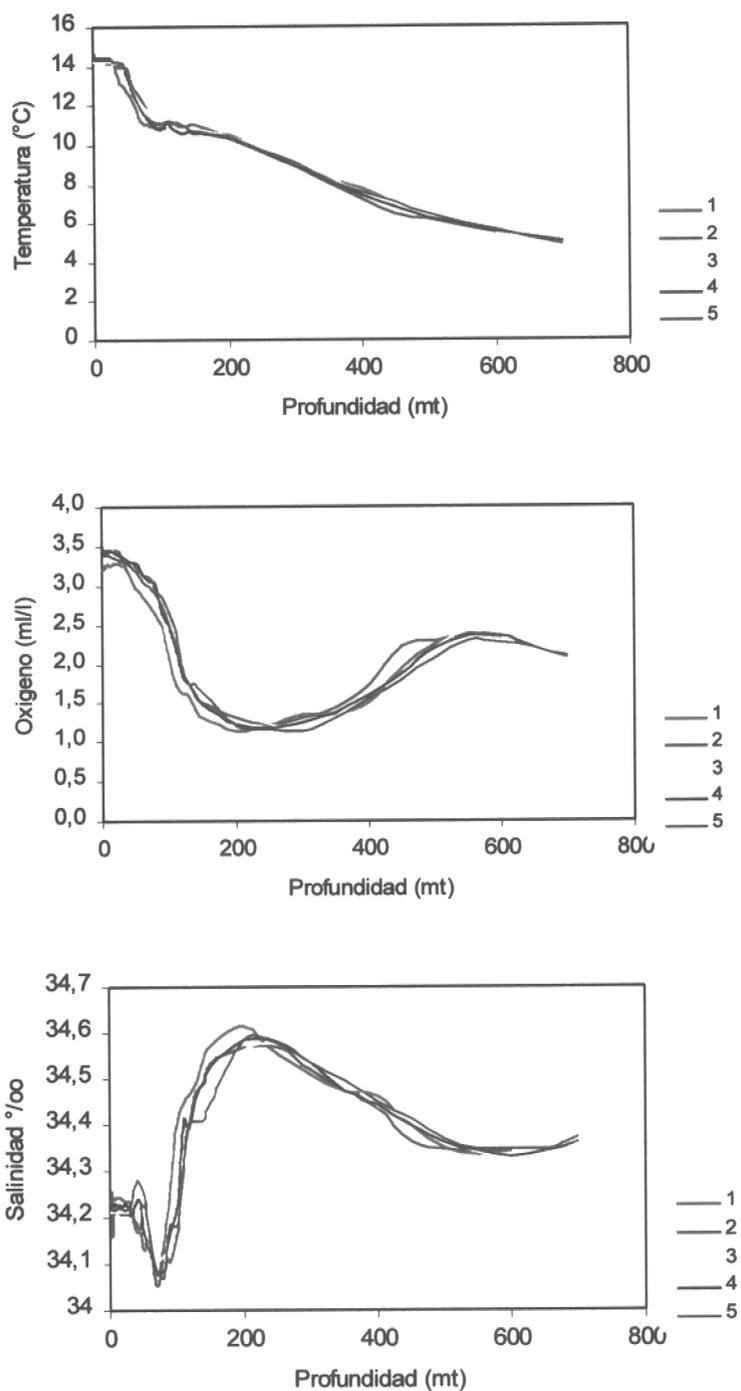


Fig. 79. Temperatura, Oxígeno y Salinidad del agua en el monte localizado frente a Pta Sierra, por estación [1: 31°10'S; 71°47'W; 2: 31°09'S; 71°48'W; 3: 31°06'S; 71°50'W; 4: 31°08'S; 71°49'W; 5: 31°09'S; 71°49'30'W).

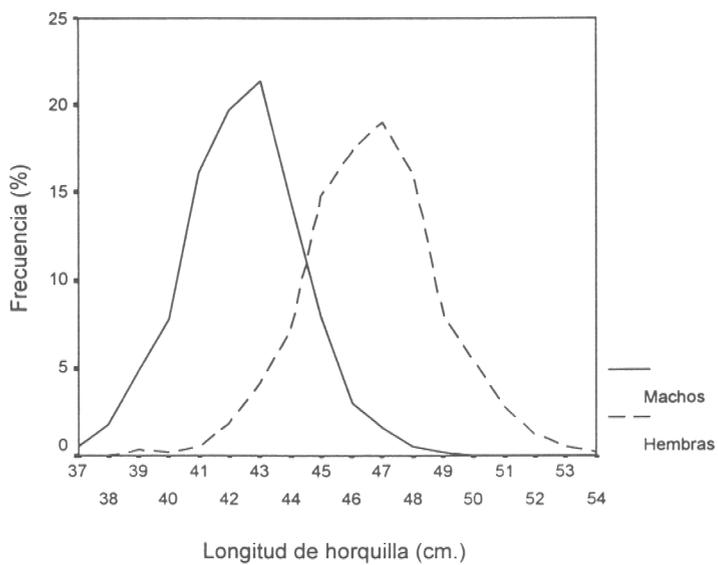


Fig. 80. Distribución de longitudes de la captura de orange roughy, por sexo. Area Punta Sierra, 2000. (Talla promedio machos: 42 cm y D.E.: 1.94; hembras: 47 cm y D.E.: 2.23).