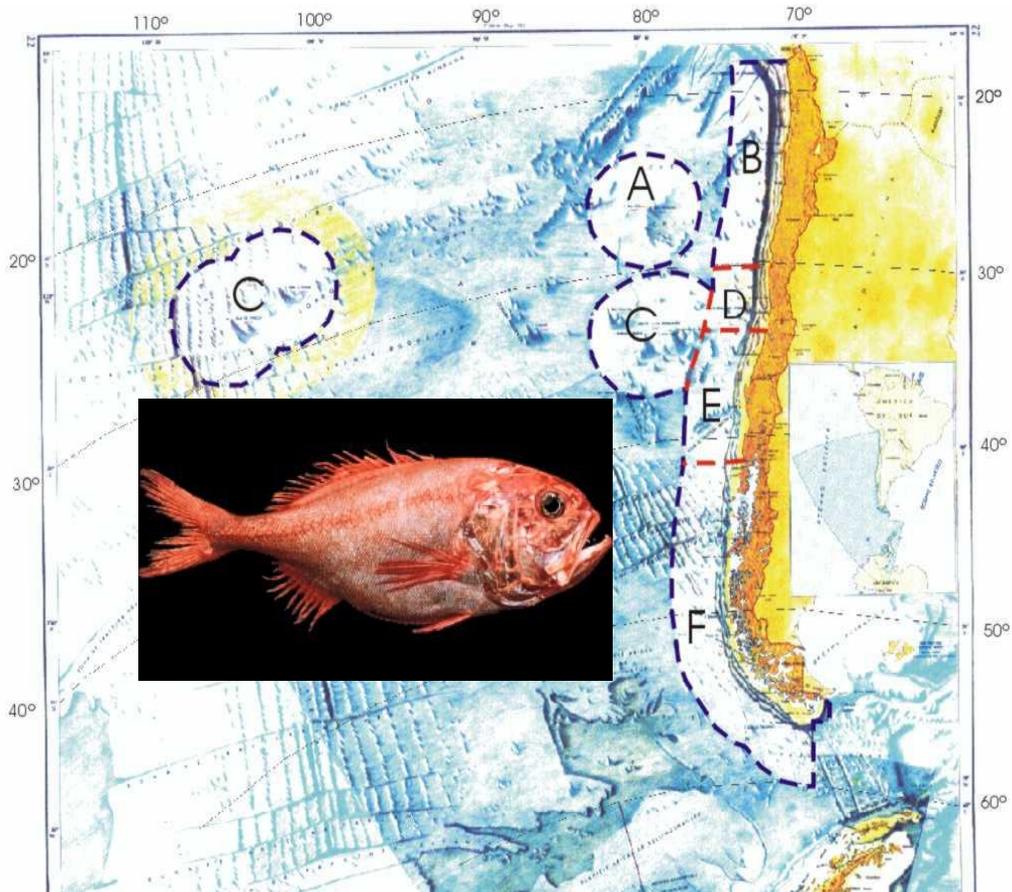




Informe Técnico (R. Pesq.) N° 230 - 2012

Veda biológica de Orange roughy en todo el territorio marítimo y ZEE nacional, año 2013



Valparaíso, Diciembre de 2012



1 RESUMEN EJECUTIVO

- i) La pesquería nacional de Orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) se encuentra suspendida desde el año 2006 en virtud de la aplicación de una veda de carácter biológico que tiene por objetivo brindar las condiciones apropiadas al recurso para facilitar el restablecimiento de sus procesos vitales de reproducción, desove y reclutamiento en las principales áreas de distribución conocidas dentro de la Zona Económica Exclusiva nacional, correspondiente a los montes submarinos adyacentes al Archipiélago de Juan Fernández.
- ii) Con la aplicación de esta medida se espera proveer las condiciones para facilitar la reorganización de su distribución espacial y temporal de esta especie, conforme al normal desarrollo de sus procesos vitales en ausencia de remociones por pesca y de las perturbaciones por la prospección y acción de las redes de fondo de los buques pesqueros.
- iii) Esta Subsecretaría ha establecido que esta veda biológica se prolongará hasta que la biomasa del recurso se encuentre por sobre su nivel de Rendimiento Máximo Sostenible y se cumpla que, una vez alcanzado ese estado, el eventual reinicio de la explotación de esos excedentes se realice de forma ecosistémicamente sustentable.
- iv) La determinación del cumplimiento del objetivo de restablecimiento de los procesos vitales de este recurso deberá ser provista por estudios científicos que permitan mejorar el conocimiento sobre la biología y ecología de este recurso, así como actualizar la composición y distribución espacio-temporal de la abundancia del recurso, y de los factores determinantes de los procesos de la dinámica del recurso. Con ello se espera establecer el actual estatus de conservación del mismo con la mejor información científica disponible, a fin de evaluar sus posibilidades de explotación y definir las acciones futuras de conservación y manejo de este recurso emblemático.
- v) En consideración a que no se han cumplido estas condiciones mínimas de conocimiento del estado del recurso, que permitan evaluar su situación tras los últimos seis años de veda biológica, esta Subsecretaría ha resuelto continuar con la aplicación de la medida de veda durante el próximo año 2013.



2 INDICE

| | | |
|----------|---------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | RESUMEN EJECUTIVO | 1 |
| 2 | INDICE | 2 |
| 3 | OBJETIVOS | 3 |
| 4 | ANTECEDENTES GENERALES | 3 |
| 4.1 | Desarrollo de la Pesquería | 3 |
| 4.2 | Indicadores de la Pesquería | 7 |
| 4.2.1 | Flota | 7 |
| 4.2.2 | Esfuerzo de pesca | 8 |
| 4.2.3 | Capturas por zona y área | 10 |
| 4.2.4 | Rendimientos de pesca | 12 |
| 4.2.5 | Composición de longitudes de las capturas | 14 |
| 4.3 | Indicadores del Recurso | 15 |
| 4.3.1 | Biomasa desovante (Cruceros) | 15 |
| 4.3.1.1 | Primer Crucero de Evaluación Directa de Biomasa (2003) | 16 |
| 4.3.1.2 | Segundo Crucero de Evaluación Directa de Biomasa (2004) | 18 |
| 4.3.1.3 | Tercer Crucero de Evaluación Directa de Biomasa (2005) | 21 |
| 4.3.1.4 | Cuarto Crucero de Evaluación Directa de Biomasa (2006) | 22 |
| 4.3.2 | Evaluación indirecta (evaluación de stock) | 25 |
| 5 | ANALISIS | 28 |
| 5.1 | Estado del recurso | 28 |
| 5.2 | Perspectivas de corto y mediano plazo del recurso | 30 |
| 5.3 | Investigación de corto y mediano plazo en la pesquería | 31 |
| 6 | CONCLUSIONES | 32 |
| 7 | RECOMENDACIONES | 32 |
| 8 | LITERATURA CITADA | 33 |



3 OBJETIVOS

El presente informe expone las principales consideraciones de manejo que fundamenta las renovaciones de la medida de veda biológica para el recurso Orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) en todo el territorio marítimo-geográfico continental e insular de la Zona Económica Exclusiva nacional, durante el año 2013.

4 ANTECEDENTES GENERALES

4.1 Desarrollo de la Pesquería

La pesquería de Orange roughy fue declarada en Régimen de Pesquería en Desarrollo Incipiente mediante el D.S. (MINECON) N° 538 de 1998 en toda la Z.E.E. correspondiente al litoral continental e insular de Chile. En virtud de lo anterior, se estableció inicialmente una cuota de 1.500 toneladas durante el año 1999 (D. Ex. MINECON N° 507 de 1998) la cual posteriormente se redistribuyó, atendiendo a aspectos operacionales en la explotación de este recurso.

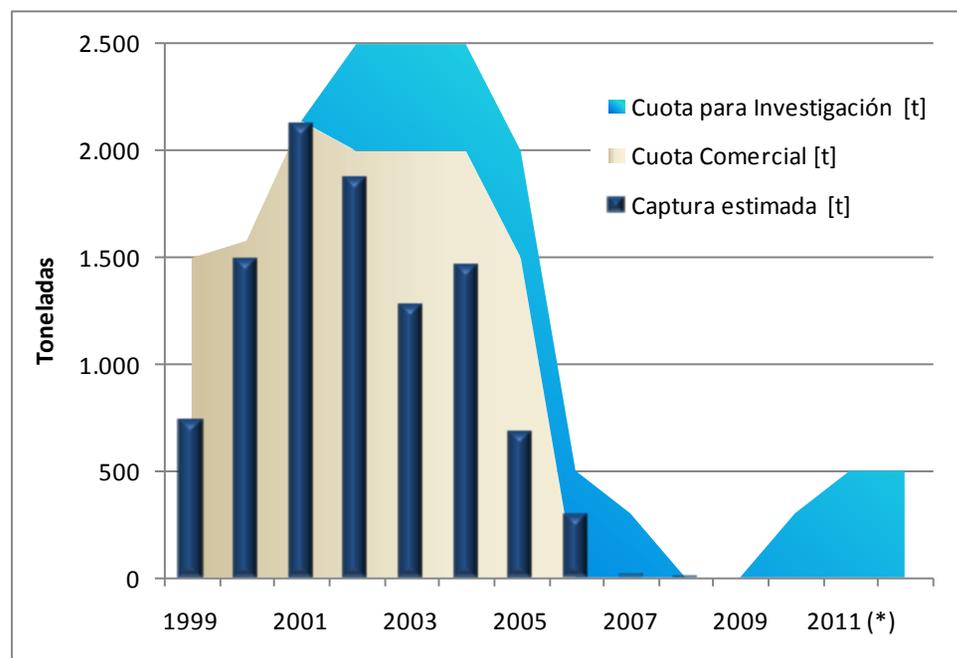


Figura 1. Cuotas de captura, de investigación y capturas estimadas del recurso Orange roughy, período 1999 a 2012. Fuentes: SERNAPesca, IFOP, UACH.

El año 2000 se estableció una cuota de 1.580 toneladas (D. Ex. MINECON N° 538 de 1999) y posteriormente, el año 2001 se fijó una cuota global anual de 2.140 toneladas (D. Ex. MINECON N° 382 del 2000). Esta última fue asignada diferencialmente por áreas de pesca, considerando una fracción adicional de cuota como incentivo a la exploración de nuevas áreas de pesca fuera del Archipiélago de Juan Fernández.

De acuerdo con los antecedentes disponibles, ese año se habría copado la cuota autorizada¹, alcanzando la pesquería los máximos desembarques de este recurso, estimándose capturas totales en torno a las 2,1 mil toneladas durante esa temporada de pesca (**Fig. 1, Tabla I**).

En el lapso comprendido entre los años 2002 a 2004, la Administración Pesquera adoptó una política de incentivo para la investigación, en virtud de la cual, estableció una cuota de captura de 2.000 t y, adicionalmente, autorizó 500 t destinadas a co-financiar un Programa de Investigación Colaborativo (PIC) público-privado en esta pesquería, que la Subsecretaría de Pesca acordó implementar con los armadores asignatarios de los Permisos Especiales de Pesca del recurso, con el fin de sufragar los altos costos de ese Programa.

En virtud de lo anterior, fue posible financiar asesorías e investigaciones conducidas por expertos internacionales, la incorporación de mejoras tecnológicas en los sistemas de detección y registro de las naves de pesca comercial con propósitos científicos y la realización de cruceros de evaluación hidroacústica de los efectivos presentes en las principales áreas de agregación del recurso (*i. e.*, montes submarinos adyacentes al Archipiélago de Juan Fernández), en lo principal.

Sobre la base de los antecedentes generados por esos mismos estudios, así como también, por la declinación de los rendimientos de pesca y las tendencias evidenciadas por los indicadores de abundancia relativa del recurso en la zona de pesca correspondiente a los montes submarinos adyacentes al Archipiélago de Juan Fernández (AJF) y las estimaciones de biomasa derivadas de la realización de cruceros de evaluación directa, entre otros indicadores de estado del recurso, la Subsecretaría redujo en un 25% la cuota de captura del año 2005, dada la gran incertidumbre respecto del estatus del recurso en esa zona de pesca.

A fines del 2005 y sobre la base de nuevos antecedentes del recurso disponibles a esa fecha (seguimiento y cruceros), que revelaban importantes dificultades en la detección de los efectivos del recurso presentes en el mar, la consecuente reducción en los rendimientos de pesca y la Subsecretaría consideró precautoriamente el establecimiento de una veda biológica a partir del año 2006, con fines precautorios.

Esta veda tendría como primer objetivo, detener la remoción del recurso, pero además, minimizar las perturbaciones ejercidas por las operaciones de pesca de la flota extractiva autorizada en la época de agregación reproductiva del mismo. Se esperaba que estas medidas permitieran generar condiciones favorables para una normal ocurrencia del proceso de agregación reproductiva y desove de esta especie durante el año 2006, durante la cual se realizaría solamente un crucero de

¹ Información estimada por los observadores, debido a que la empresa Pesca Chile no informó todas sus bitácoras en ese año.

investigación y evaluación del recurso. Con ese fin se autorizó una cuota para fines de investigación de 500 toneladas para ese año.

Tabla I
Cuotas y capturas estimadas de Orange roughy en Chile

| Año | Cuota Comercial [t] | Cuota para Investigación [t] | Cuota Total [t] | Captura estimada [t] |
|----------|---------------------|------------------------------|-----------------|----------------------|
| 1999 | 1.500 | | 1.500 | 731 |
| 2000 | 1.580 | | 1.580 | 1.491 |
| 2001 | 2.140 | | 2.140 | 2.117 |
| 2002 | 2.000 | 500 | 2.500 | 1.864 |
| 2003 | 2.000 | 500 | 2.500 | 1.271 |
| 2004 | 2.000 | 500 | 2.500 | 1.464 |
| 2005 | 1.500 | 500 | 2.000 | 676 |
| 2006 | Veda | 500 | 500 | 285 |
| 2007 (*) | Veda | 300 | 300 | 6 |
| 2008 | Veda | 0 | 0 | 1 |
| 2009 | Veda | 0 | 0 | 0 |
| 2010 (*) | Veda | 300 | 300 | 0 |
| 2011 (*) | Veda | 500 | 500 | 0 |
| 2012 (*) | Veda | 500 | 500 | 0 |

Nota: Las cuotas destinadas para fines de investigación establecidas durante los años 2007 y 2010 a 2012 no fueron utilizadas por falta de financiamiento del crucero de evaluación directa de biomasa de este recurso.

Los resultados del crucero hidroacústico del año 2006 evidenciaron dificultades en la detección del recurso y, por consiguiente, una fuerte reducción en la presencia y abundancia de los efectivos de esta especie en los montes submarinos del Archipiélago de Juan Fernández, en torno a la mitad de lo estimado en años anteriores (**Tabla IX**). En esa investigación se capturaron alrededor de 280 toneladas de Orange roughy.

Del análisis de los resultados, se constató que la reducción de 7,5 mil toneladas estimada entre los años 2005 y 2006 no se explicaba por remociones debidas a la pesca. Esto por cuanto durante ese período las capturas anuales fueron las menores de toda la serie (menos de mil toneladas en dos años consecutivos) y porque las capturas totales de toda la historia de esta pesquería (entre el año 1999 y el 2006) no sobrepasaron las 10 mil toneladas.

El Comité Científico de la pesquería se planteó las siguientes interrogantes respecto de estos antecedentes: i) ¿se ha producido un deterioro de gran magnitud en la abundancia del recurso que no fue detectada?, ii) ¿se ha producido un cambio en la disponibilidad del recurso (tanto a la pesca como



a la detección por métodos hidroacústicos)?, iii) ¿se ha producido un cambio en la distribución espacial de su abundancia (producto de las remociones producidas en las áreas específicas de pesca)?, iv) ¿se ha producido un cambio en la temporalidad de los procesos vitales del recurso (cambio de la épocas de desove, desove por contingentes)?.

Si la primera hipótesis es efectiva, se trataría de una reducción significativa de la abundancia del stock desovante que se reflejaría en una baja densidad y gran aleatoriedad que dificultaría tanto su detección a las técnicas hidroacústicas (más disperso o cercano al fondo) y la consiguiente cuantificación de su abundancia, lo que ameritaría la adopción de medidas precautorias urgentes para evitar un mayor deterioro del stock, cuya recuperación se esperaría en un horizonte temporal de varias décadas, conforme al ciclo generacional de esta especie.

Por el contrario, si fuese una respuesta conductual de la especie frente a las perturbaciones e impactos de la pesca (e. g., disponibilidad, deterioro del hábitat, distribución espacial, ciclo vital), entonces si se detienen los factores de perturbación (pesca) se evitaría la interferencia (ruidos) en los procesos vitales del recurso, además de suspender eventuales impactos ambientales sobre el fondo marino en la huella de pesca de este recurso, favoreciendo la regeneración de éste y la consecuente normalización de los procesos vitales del recurso, de lo que se esperaría una paulatina reorganización de las agregaciones reproductivas, lo que se debiera observar en las prospecciones hidroacústicas.

En consideración a la longevidad y baja productividad de esta especie, la aplicación de un experimento de no remoción por pesca del recurso (como la actual veda) se estima que podría involucrar un plazo relativamente largo, que puede ir desde algunos años a décadas, dependiendo de la magnitud e intensidad de las perturbaciones ocurridas, tanto en los ecosistemas del fondo de estos montes submarinos, así como también, de los procesos vitales de esta especie.

Consecuentemente, el monitoreo del proceso de restauración justifica la realización de cruceros de investigación y evaluación periódicos (e. g., cada 3 a 5 años) con el fin de estudiar el comportamiento de indicadores especialmente diseñados para evaluar los cambios en la dinámica espacio-temporal del recurso y, también, en los indicadores ecosistémicos del fondo marino (huella de la pesca de fondo e impactos sobre el bentos de los montes submarinos), tal que permitan conocer su evolución en el tiempo y detectar su eventual recuperación, mediante metodologías especialmente diseñadas para esos fines².

Por su parte, durante estos años de vigencia de la veda, la División de Administración Pesquera (DAP) de la Subsecretaría ha recomendado mantener una cuota de captura exclusivamente para permitir el desarrollo de este tipo de investigaciones, aunque estos lineamientos no siempre fueron respaldados las Autoridades Pesqueras en períodos anteriores.

² Para esos fines, investigadores del Comité Científico de Aguas Profundas plantearon el uso de tecnologías de detección no invasivas, tales como el uso de transductores sumergidos (*"towed bodies"*), ROVs (mini submarinos operados a control remoto), AOVs (mini submarinos autónomos programables), entre otros.



Por su parte, el Consejo del Fondo de Investigación Pesquera ha aplicado una política fundamentalmente basada en criterios de importancia socio-económica para priorizar la inversión en investigación pesquera, en cuyo contexto, esta pesquería (de bajos volúmenes de captura aunque alto valor unitario como ésta) no concitó la atención de los consejeros. Consecuentemente, en los últimos seis años no se han asignado los recursos solicitados por esta Subsecretaría, fundamentalmente orientados a co-financiar el costo de HH de los investigadores, dado que el costo-buque sería aportado por los armadores que detentan las PEPs.

Por su parte, a fines del año 2009, representantes de los armadores pesqueros asignatarios de los PEPs plantearon a la Autoridad Pesquera de la época su preocupación por la prolongación de la veda en ausencia de acciones de investigación y evaluación del recurso (cruceros) que permitieran adoptar una decisión en esta emblemática pesquería, ya sea para re-abrir la pesquería con un plan de explotación y manejo definido técnicamente sobre la base de los resultados de una investigación, prolongarla para continuar el proceso de restauración del stock o cerrar definitivamente la pesquería en consideración a un análisis que determine su inviabilidad.

4.2 Indicadores de la Pesquería

Dado que las actividades pesqueras comerciales dirigidas a este recurso han estado suspendidas por la vigencia de la veda biológica, a partir del año 2006, solo se han verificado actividades de captura de investigación con fines de estudio de la abundancia y distribución del recurso.

En consecuencia, la información disponible es la misma informada en años anteriores, que se expone resumidamente a continuación.

4.2.1 Flota

Este recurso fue explotado principalmente por embarcaciones industriales de la flota de arrastre demersal de la zona central y sur del país. Sus tamaños fluctúan dentro de un rango entre 42,8 y 58,8 metros de eslora.

Esta flota actualmente continúa su operación en las pesquerías de merluza común y merluza del sur, alternando los puertos base de Talcahuano y Puerto Chacabuco, conforme a sus permisos de pesca.

En el año inicial de esta pesquería (temporada de pesca 1999) participaron un total de 8 embarcaciones, que posteriormente disminuyeron a 6 en la temporada del 2000. En esos primeros años la flota reportó capturas en tres zonas principales: montes submarinos del Archipiélago de Juan Fernández (JF), el Bajo O'Higgins (BOH) y también en un promontorio submarino de la plataforma continental cercana a la costa, frente al sector de Punta Sierra (PSI), IV Región.

En el año 2001, el número de embarcaciones que operaron en la pesquería se redujo a 4, que fue el promedio de buques pesqueros que operaron hasta el año 2004, en el que operaron 5 embarcaciones. El siguiente año registraron operaciones nuevamente cuatro barcos.



Las naves comerciales que han operado como plataformas flotantes para la realización de las labores de prospección y evaluación hidroacústica del recurso han debido imputar las capturas a sus respectivos Permisos Especiales de Pesca de los armadores licenciatarios participantes.

Durante el año 2006 operaron dos barcos en la pesca de investigación que sustentó el crucero de evaluación de biomasa desovante del recurso.

En los años más recientes no se han realizado prospecciones, cruceros ni registrado actividades de capturas comerciales sobre este recurso. Solo ha habido operaciones de pesca de Alfonsino en el área, con capturas incidentales de Orange roughy de muy bajos niveles.



Figura 2. Buque de pesca característico de la flota que ha operado en la pesquería de Orange roughy.

4.2.2 Esfuerzo de pesca

Como ha sido característico en esta pesquería, este indicador presenta alta variabilidad interanual, aunque refleja claramente la intencionalidad de la flota y su preferencia hacia algunas áreas de pesca por sobre otras (**Fig. 3**).

Tabla II

Lances de pesca anuales sobre Orange roughy distribuidos por monte. (Fuente: IFOP).



| Esfuerzo [Nº de lances] | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|--------------|
| Monte | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | Total |
| B01 | 9 | 8 | 19 | 2 | 5 | 28 | | - | 71 |
| B02 | | 9 | 11 | 7 | 16 | 11 | 5 | - | 59 |
| JF1 | 48 | 26 | 79 | 198 | 126 | 60 | 66 | 19 | 603 |
| JF2 | 40 | 63 | 84 | 125 | 110 | 105 | 86 | 13 | 613 |
| JF3 | 72 | 16 | 14 | 94 | 91 | 101 | 9 | 14 | 397 |
| JF4 | 97 | 98 | 73 | 167 | 103 | 104 | 29 | 4 | 671 |
| JF5 | | 2 | 13 | 5 | 8 | 1 | | | 29 |
| PS | | 3 | 17 | 9 | 21 | 5 | | | 55 |
| Sin clasificación | 19 | 28 | 2 | 2 | 7 | 7 | 3 | | 68 |
| Total | 285 | 253 | 312 | 609 | 487 | 422 | 198 | 50 | 2.566 |

El año 2002 se destaca por la importante intensidad extractiva sobre ORH en el AJF, donde los montes submarinos JF1 y JF4 alcanzaron el máximo número de lances orientados a este recurso (198 y 167 respectivamente), lo que se correlaciona con las mayores capturas históricas en las áreas de pesca (**Tabla II**), particularmente en el monte JF1, que alcanzó la cifra récord histórica a la fecha, con 686 t de captura registrada.

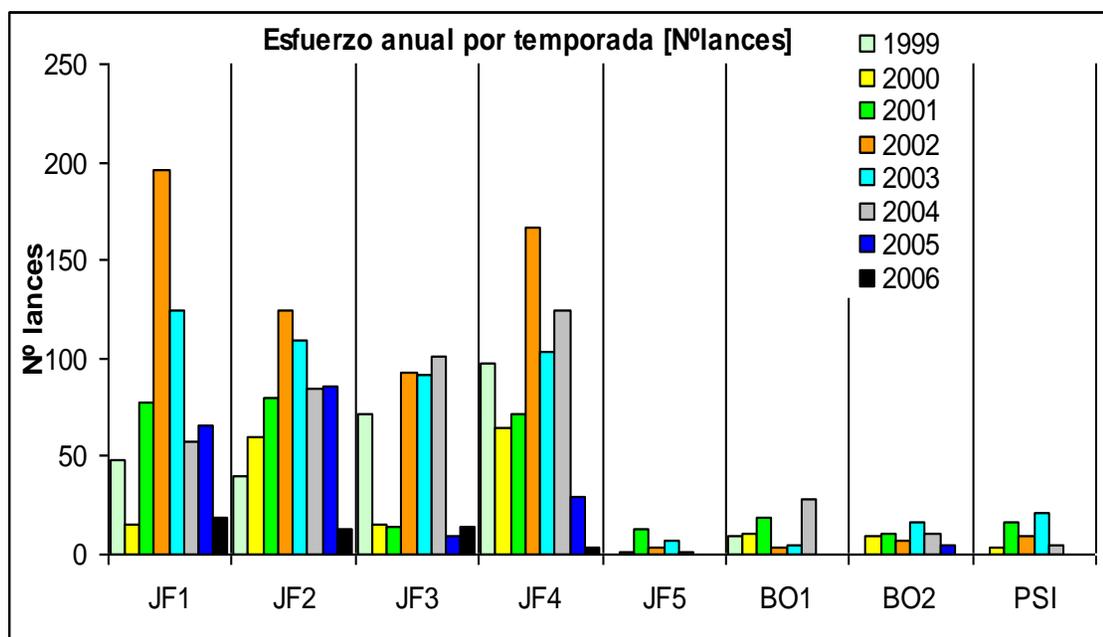


Figura 3. Esfuerzo de pesca (Nº lances) por monte y año, ejercido en la pesquería de Orange roughy entre 1999-2006 (Fuente: IFOP).

Al analizar el esfuerzo histórico acumulado (**Fig. 4**), se confirma que el área de AJF concentra el 93% del esfuerzo en términos de lances de pesca, en tanto que BOH y PSI alcanzan el 5% y 2% respectivamente, lo que refleja la intensidad de operación del arte de arrastre de fondo, sobre esta meseta submarina.

Dentro de la zona del AJF, se observa que JF4 ha sido el área que ha soportado la mayor cantidad de lances (671), seguida muy de cerca por los montes JF1 y el JF2. El resto de los montes submarinos del AJF no alcanzaron los mismos niveles que las anteriores.

Asimismo, los montes submarinos del área de Bajo O'Higgins (BO1 y BO2) sostuvieron explotación por cortos períodos, así como la meseta submarina frente a Punta Sierra (Psi), como se muestra en la Figura 4.

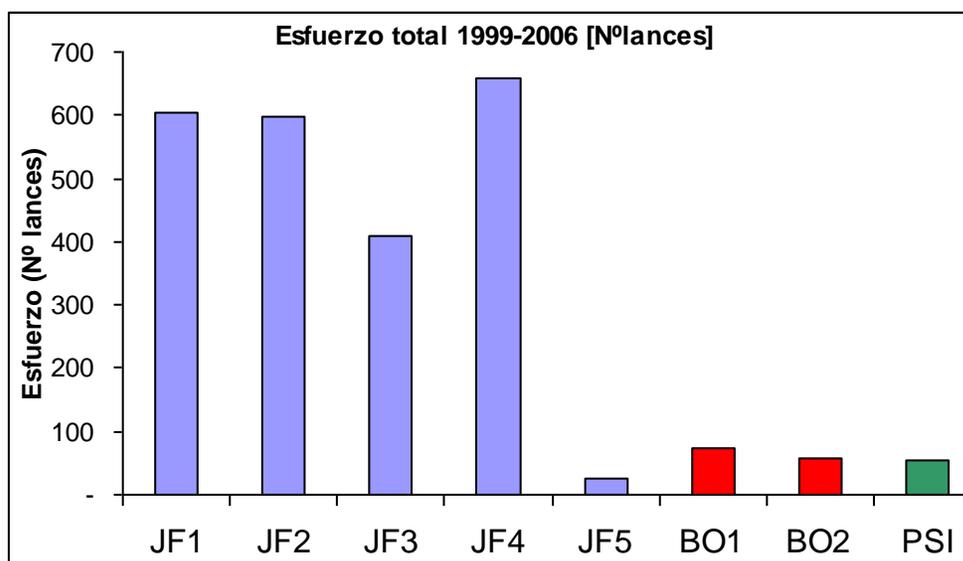


Figura 4. Esfuerzo total realizado en la pesquería de Orange roughy (lances) entre 1999-2006 (Fuente: IFOP).

4.2.3 Capturas por zona y área

La pesquería de Orange roughy se desarrolló en tres zonas geográficamente diferenciadas, localizadas entre los paralelos 31° S y 34° S y entre los meridianos 78°26 W y 71°50 W (**Fig. 5**), a saber: Archipiélago de Juan Fernández (cinco montes: JF1, JF2, JF3, JF4 y JF5), Bajo O'Higgins (dos montes: BO1, BO2) y Punta Sierra (PSI, meseta submarina).

Tabla III

Capturas anuales de Orange roughy por monte. (Fuente: SERNAPesca).



Desembarques por área [Tons]

| Año | JF1 | JF2 | JF3 | JF4 | JF5 | BO1 | BO2 | PSI | Total anual |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| 1999 | 135 | 106 | 116 | 244 | - | 24 | - | - | 625 |
| 2000 | 54 | 202 | 95 | 411 | 0 | 10 | 89 | 96 | 957 |
| 2001 | 600 | 506 | 196 | 336 | 104 | 14 | 120 | 156 | 2.033 |
| 2002 | 686 | 106 | 187 | 373 | 1 | 2 | 133 | 376 | 1.864 |
| 2003 | 170 | 348 | 408 | 271 | 8 | 5 | 14 | 45 | 1.271 |
| 2004 | 77 | 277 | 375 | 349 | - | 138 | 25 | - | 1.240 |
| 2005 | 439 | 172 | 7 | 45 | - | - | 1 | - | 665 |
| 2006* | 226 | 15 | 35 | 2 | - | - | - | - | 277 |
| Capt. Total | 2.386 | 1.733 | 1.418 | 2.032 | 114 | 193 | 382 | 673 | 8.931 |
| Particip.(%) | 27% | 19% | 16% | 23% | 1% | 2% | 4% | 8% | 100% |
| C prom/año | 298 | 217 | 177 | 254 | 14 | 28 | 55 | 96 | 1.116 |

Nota: Las capturas del año 2006 corresponden a las realizadas en el crucero de evaluación.

Los desembarques por zona reflejan que el Archipiélago de Juan Fernández ha concentrado el 86% del total, con un total de desembarque registrado de 7,6 mil toneladas a la fecha (**Tabla III**).

Las otras dos zonas tienen una contribución muy menor, aunque relativamente pareadas, en torno al 7%. Destaca Punta Sierra que logró ese total en tan solo 3 años, en tanto que los dos montes de BOH lo alcanzaron en seis años.

En Punta Sierra la flota discontinuó sus operaciones de pesca el 2004 y el siguiente año en Bajo O'Higgins. Las capturas del año 2006 corresponden a los lances de investigación realizados por el crucero de evaluación directa.

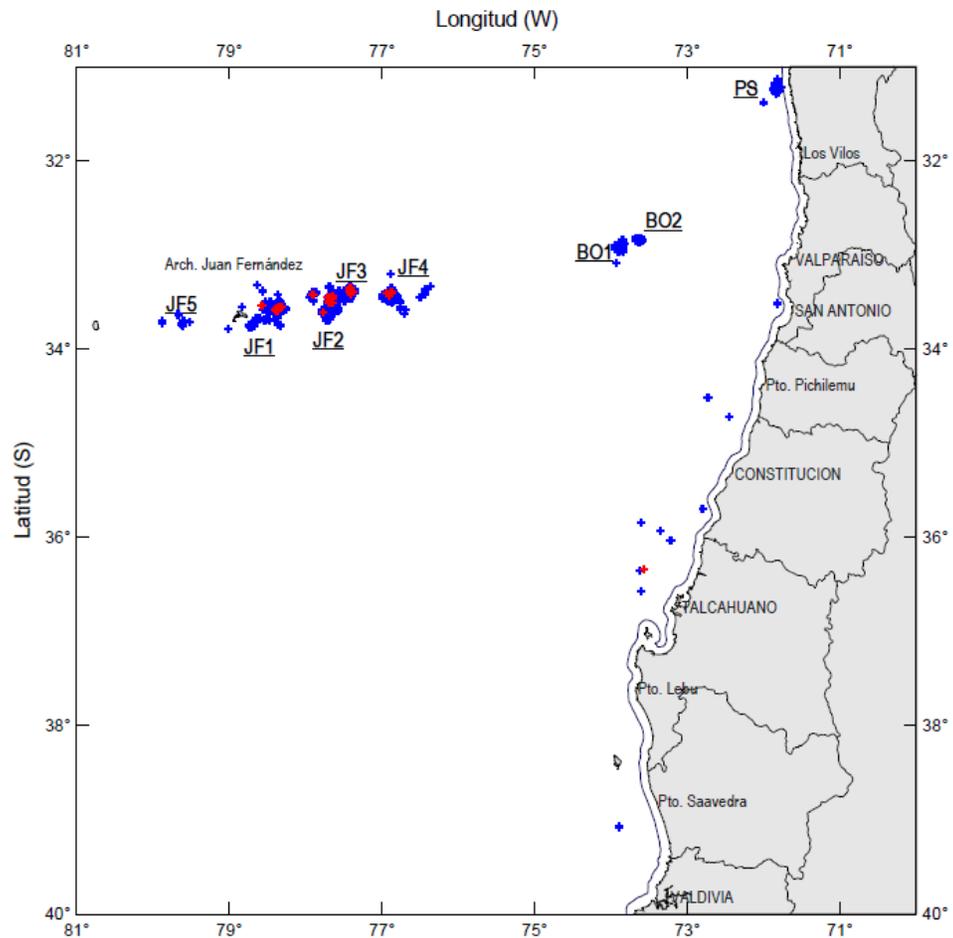


Figura 5. Distribución espacial histórica de los lances de pesca de Orange roughy en aguas jurisdiccionales Chilenas, años 1999–2006. Tomado de Gálvez y Díaz (2007). **Nota:** En azul se muestran los lances del período 1999–2005 y en rojo se destacan los lances del año 2006.

4.2.4 Rendimientos de pesca

Los rendimientos de pesca de Orange roughy presentan gran variabilidad interanual, incluso para una misma área de pesca en el tiempo (**Fig. 6**), con lances de importantes capturas y alta frecuencia de lances sin capturas o muy bajas, característica que se describe mundialmente como habitual en esta pesquería.

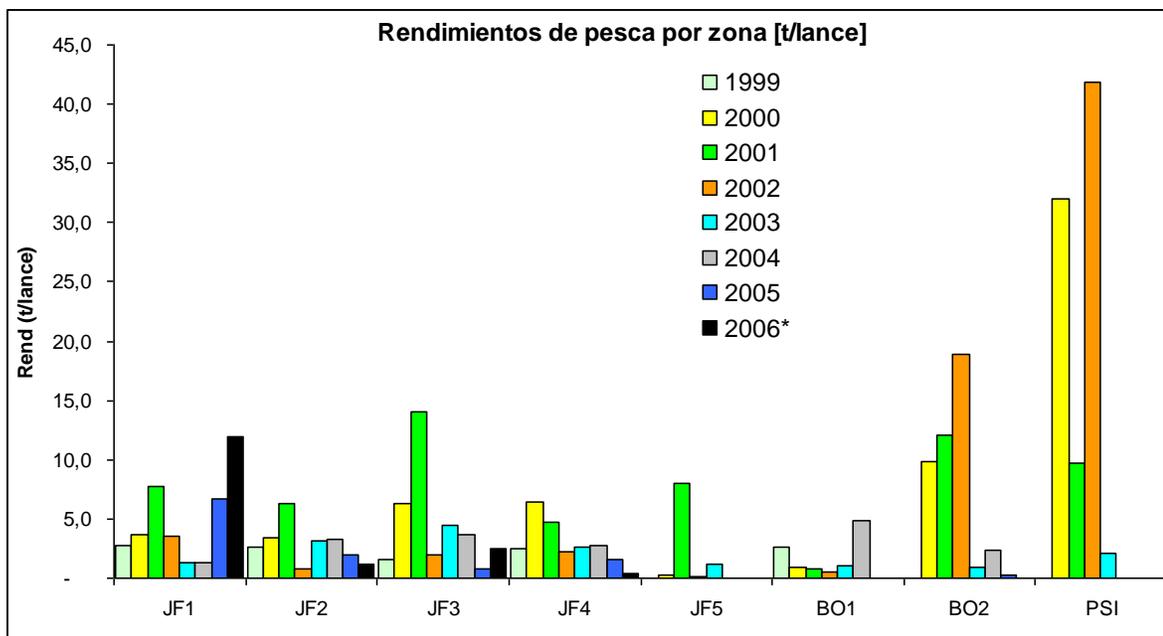


Figura 6. Rendimientos de pesca (toneladas por lance) de Orange roughy 1999-2006 (Fuente: IFOP).

Por otra parte, debido a la inconveniencia de realizar lances con capturas muy altas (para evitar el deterioro de los ejemplares capturados), los rendimientos de pesca –medidos en términos de cantidad capturada por lance– no reflejan la abundancia del recurso, lo que ha llevado a una sobrestimación de ésta (Clark, 1996, Boyer, 2001) por el fenómeno del hiperagotamiento, en sus comienzos, y por una sub-estimación posteriormente (fenómeno de hiperestabilidad).

Tabla IV

Rendimientos de pesca de Orange roughy por área (Fuente: IFOP, 2006).

| Monte | Rendimientos de pesca [t/lance] | | | | | | | | Total |
|--------------------|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | |
| BO1 | 2,6 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 1,0 | 4,9 | | | 2,6 |
| BO2 | | 9,9 | 11,0 | 18,9 | 0,9 | 2,4 | 0,3 | | 6,5 |
| JF1 | 2,8 | 2,4 | 8,0 | 3,5 | 1,4 | 1,4 | 6,7 | 11,9 | 4,0 |
| JF2 | 2,7 | 3,2 | 6,5 | 0,8 | 3,2 | 4,3 | 2,0 | 1,1 | 3,2 |
| JF3 | 1,6 | 5,9 | 14,0 | 2,0 | 4,5 | 4,4 | 0,8 | 2,5 | 3,8 |
| JF4 | 2,5 | 6,5 | 4,6 | 2,2 | 2,6 | 3,0 | 1,6 | 0,4 | 3,3 |
| JF5 | | 0,1 | 8,0 | 0,1 | 1,1 | 0,0 | | | 3,9 |
| PS | | 32,0 | 9,2 | 41,8 | 3,2 | 0,0 | | | 12,7 |
| Sin clasificación | 5,3 | 3,0 | - | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 3,6 | | 3,0 |
| Total anual | 2,5 | 5,0 | 6,8 | 3,1 | 2,7 | 3,5 | 3,4 | 5,5 | 3,8 |

Considerando solo las capturas por lance³, se observa que éstas fluctúan entre 0 y 41,8 toneladas (**Tabla IV**), con un promedio global histórico de 3,87 [t/L]. Destaca Punta Sierra con un registro de 376 t de captura en 9 lances totales durante el año 2002, lo que constituye el máximo histórico registrado para esta pesquería a la fecha.

También se verifica que durante el año 2001 se alcanzaron los mayores rendimientos de pesca de la flota, con 6,8 [t/L], pero en los años posteriores estos se han tornado cada vez más fluctuantes, lo que se atribuye a las perturbaciones de la pesca, no obstante que en los últimos años éstas han disminuido en términos relativos, debido a que solo operaban dos barcos en labores de prospección y capturas.

4.2.5 Composición de longitudes de las capturas

Inicialmente, el tamaño de los ejemplares capturados a comienzos de esta pesquería en Chile fue mayor a los reportados en la literatura para N. Zelanda y Australia.

Los ejemplares capturados en aguas nacionales corresponden casi exclusivamente a la fracción adulta desovante de la población y si estructura refleja que los tamaños entre sexos son diferentes, siendo las hembras mayores en tamaño.

La estimación de la longitud de primera madurez de este recurso ($Lm_{50\%}$) no es conclusiva debido a que las muestras de las capturas se concentran principalmente sobre el stock adulto durante la agregación reproductiva.

Gili *et al* (2002) estimaron una longitud horquilla (LH) de primera madurez en 30 cm para machos y 32 cm para hembras, que correspondería a individuos de 30 años de edad.

Sin embargo, Paya y Montecinos (2006) postularon que la longitud de primera madurez en esta especie para la zona del AJF podría ser a una talla mayor, debido a que el reclutamiento es función de la madurez y la estructura de tallas tiene punto de inflexión en torno a los 40 cm de LH, lo que correspondería a unos 40 años aproximadamente.

La composición de tamaños de los ejemplares que fueron capturados durante las operaciones del 2005 (último año de pesca comercial) y el 2006 (último año con cruceros hidroacústicos y capturas de identificación), abarcó un rango entre 29 y 56 cm de longitud horquilla, con modas entre 41 y 45 cm (**Fig. 7**).

Ese año, los ejemplares de mayor tamaño se registraron en el monte JF4 (promedio de 44,2 cm LH), aunque la talla promedio no presenta diferencias importantes entre montes.

³ Las capturas por hora de arrastre tienen mucho error de medición.

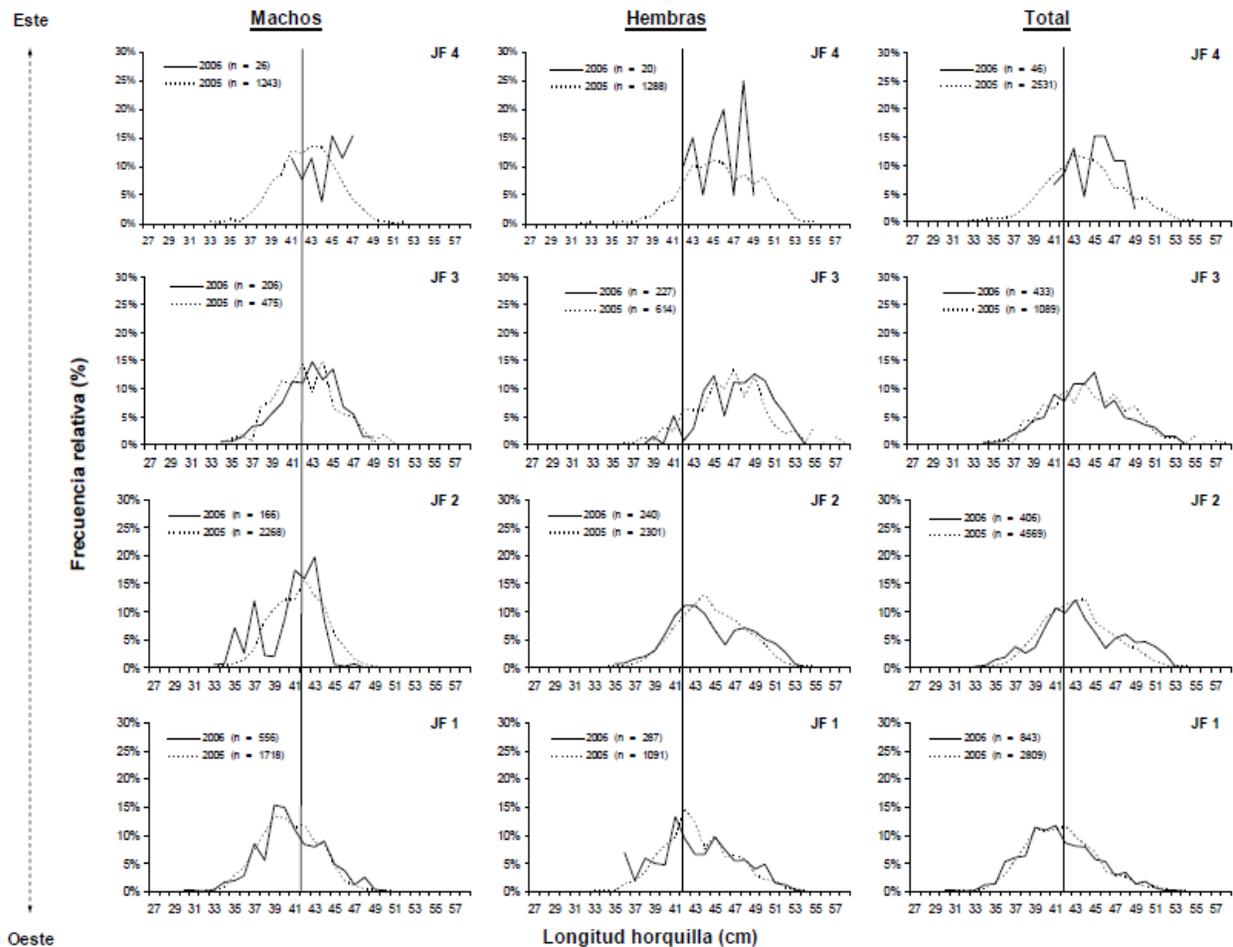


Figura 7. Composición de longitudes de las capturas por monte (años 2005–2006). Tomado de Gálvez y Díaz (IFOP, 2007).
Nota: las líneas verticales marcan la longitud de primera madurez al 50% ($L_{m50\%}$) para esta especie en Chile (fide Payá y Feltrim, 2006).

4.3 Indicadores del Recurso

4.3.1 Biomasa desovante (Cruceros)

Los estudios de evaluación directa del stock ORH se han orientado principalmente a estimar la biomasa desovante presente en los montes submarinos adyacentes al Archipiélago de Juan Fernández, no obstante los intentos de cuantificación realizados en los montes submarinos de Bajo O'Higgins y la meseta submarina frente a Punta Sierra. Todos estos cruceros se han realizado dentro del marco del Programa de Investigación Colaborativa acordado entre los armadores y la Subsecretaría de Pesca.

Los estudios han sido coordinados por un Grupo de Tarea compuesto por el Sectorialista y el Jefe de División de Administración Pesquera, por parte de la Subsecretaría de Pesca, dos investigadores (uno

de la UACH y otro de CEPES) y el apoyo del IFOP⁴ (representado principalmente por el Programa de Seguimiento pesquero), por parte de las unidades ejecutoras.

Además, en varias oportunidades se ha contado con asesoría experta internacional⁵ y la colaboración de los armadores asignatarios de los Permisos Extraordinarios de Pesca (PEP) que han subastado cuotas individuales de captura de este recurso, principalmente financiando actividades y proveyendo las naves que han servido de plataforma para la realización de los cruceros de prospección hidroacústica del recurso.

Los resultados alcanzados han sido sometidos a revisión científica por pares (expertos internacionales), en tanto que las publicaciones han sido remitidas a revistas de circulación mundial. Esto ha permitido conformar un grupo de investigadores nacionales calificados en estas tareas, quienes generaron los estimados de biomasa desovante disponibles para este recurso.

No obstante lo anterior, los mismos investigadores han advertido la gran incertidumbre que involucran estos resultados y su susceptibilidad a otras interpretaciones para el mismo conjunto de datos, debido a los múltiples factores considerados en las estimaciones provenientes de los cruceros hidroacústicos. Entre éstos, se estudió la relación entre la talla y la fuerza de blanco para esta especie en Juan Fernández, lo que también se suma a los antecedentes disponibles y utilizados en las evaluaciones directas.

A continuación se resumen las actividades y los hallazgos realizados en estos cuatro cruceros, reflejando el proceso de acumulación de conocimiento generado en ese contexto.

4.3.1.1 Primer Crucero de Evaluación Directa de Biomasa (2003)

El primer crucero de evaluación fue enteramente financiado por los armadores pesqueros asignatarios de los Permisos Extraordinarios de Pesca (PEP) de la pesquería, lo que constituye un hecho sin precedentes en este tipo de pesquerías para nuestro país.

Dada la falta de investigadores nacionales con capacidades y experiencia en recursos de aguas profundas, el CT-AP gestionó a través de la UACH y CEPES la contratación de expertos internacionales, provenientes del Fisheries Research Surveys (FRS) quienes diseñaron y condujeron las actividades de ese primer crucero hidroacústico.

Para ello se empleó una plataforma de navegación reacondicionada⁶ provista por los armadores, quienes además financiaron los costos de los cruceros, el trabajo del grupo de investigadores ejecutor del proyecto, la participación y asesoría de los expertos internacionales, integrando a los

⁴ IFOP colaboró con el monitoreo de la evolución del indicador reproductivo a tiempo real y, además, proveyendo personal en las tareas de recolección de información (adicional a sus tareas normales de muestreo y observación a bordo), en la flota comercial que complementaba la prospección hidroacústica, entre otras.

⁵ CEPES seleccionó y contrató un equipo de expertos internacionales en evaluación de ORH (FRS), coordinó todos los aspectos logísticos y operativos (venida de los expertos, embarques, traslados internacionales y a zona de pesca) y con la flota pesquera (salidas, actividades, muestreos, etc.).

⁶ Se empleó una nave pesquera pelágica que se equipó para los fines de este estudio.

muestreadores de IFOP financiados por la Subsecretaría a través del proyecto de Seguimiento de esta pesquería.

No obstante los naturales inconvenientes asociados al primer crucero (coordinación, equipamiento, implementación, logística, plataforma, etc.), su tardío inicio (junio de 2003) y la limitada cobertura espacio-temporal que consideraba originalmente solo tres montes (JF1, 3 y 4), los resultados alcanzados brindaron una primera señal de la cuantía de los efectivos desovantes disponibles del recurso en las cuatro principales áreas de pesca del Archipiélago de Juan Fernández (**Tabla V**).

Tabla V

Estimaciones de biomasa desovante de ORH 2003 (Tomado de Boyer *et al.*, 2003).

| | Hypothesis I | | Hypothesis II | | Hypothesis III | |
|-------------------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
| | Biomass (t) | c.v. | Biomass (t) | c.v. | Biomass (t) | c.v. |
| JF1 | 1 739 | 0.38 | 2 769 | 0.42 | 1 739 | 0.38 |
| JF2 | 8 347 | 0.14 | 5 090 | 0.15 | 4 801 | 0.14 |
| JF3 | 10 966 | 0.15 | 7 229 | 0.40 | 4 173 | 0.15 |
| JF4 | 8 997 | 0.20 | 4 878 | 0.40 | 4 258 | 0.20 |
| Uncorrected total | 30 049 | 0.09 | 19 966 | 0.19 | 14 971 | 0.09 |
| Corrected total | 33 354 | 0.25 | 22 362 | 0.29 | 16 618 | 0.25 |

En virtud de lo anterior, se pudo disponer de un primer estimado de la abundancia de este recurso, que fuese independiente de las actividades pesqueras comerciales, lo que abrió posibilidades de diseñar y aplicar un primer modelo de evaluación indirecta en esta pesquería. No obstante lo anterior, los autores advirtieron sobre las limitaciones de los resultados alcanzados, debido principalmente al escaso conocimiento de la dinámica y comportamiento del recurso en las zonas de estudio⁷ y, por tanto, sugirieron adoptar las estimaciones basadas en la Hipótesis II como las más plausibles.

Asimismo, plantearon la necesidad de conocer la Fuerza de Blanco (TS por sus siglas en inglés) correspondiente a esta especie, lo que sería requerido para convertir las señales reflejadas por la

⁷ Respecto de si esta especie es un desovador parcial o total, si conforma agregaciones dinámicamente estables, o su composición varía en el tiempo por la llegada de nuevos desovantes y la salida del área de los ya desovados, o si los adultos maduros concurren o no todos los años, o en años alternativos a desovar, etc.

masa corporal de esta especie en nuestras aguas⁸ en estimados de abundancia y biomasa, lo que constituía otra importante fuente de incertidumbre de los resultados en esa época.

En la revisión del panel de expertos realizada en NZ unos meses después del crucero⁹, se aconsejó mejorar el modelo de tratamiento de los errores, por lo que estos resultados fueron corregidos posteriormente (**Tabla VI**), como se informó en el informe que contenía los resultados del crucero 2004 (Niklitschek *et al.*, 2004).

4.3.1.2 **Segundo Crucero de Evaluación Directa de Biomasa (2004)**

Este estudio fue el primero co-financiado por la Subsecretaría de Pesca, a través del proyecto FIP 2004-13. El proyecto fue asignado a la misma ejecutora anterior, lo que posibilitó la mantención del equipo de trabajo nacional, recurriéndose a la misma consultora internacional FRS, dada la experiencia ganada el año anterior.

El diseño del crucero comprendió a los cuatro montes submarinos de AJF (JF1 a 4), así como los dos montes submarinos de Bajo O'Higgins (BOH 1 y 2).

En la fase operativa de esta investigación se emplearon buques de gran eslora con sistema de pesca del tipo arrastre de fondo, autorizados para ser utilizados en esta investigación como plataforma para la ejecución del crucero.

En ese contexto, esta Subsecretaría autorizó la realización de este crucero mediante una pesca de investigación, en la cual de forma extraordinaria y excepcional, se permitió la operación de un buque fábrica reacondicionado en virtud de sus ventajas para ser utilizado como plataforma para la realización de esta operación (fundamentalmente para realizar la prospección hidroacústica y la correspondiente pesca de identificación), dada la calidad de sus equipos, mayor habitabilidad para el equipo de investigadores, mejor estabilidad y autonomía, todo lo cual se ajustaba a lo solicitado por los expertos extranjeros para estos fines.

⁸ Se sensibilizaron los cálculos a dos estimados de FB disponibles para Australia y Nueva Zelanda. Sin embargo, la Subsecretaría identificó la necesidad de contar con estimaciones propias de este factor, por lo que en el proyecto FIP de evaluación directa del 2005 se incluyó la tarea de estimar la FB de ORH en aguas nacionales.

⁹ Con ocasión de la Deep-Sea Conference, en Queenstown, Nueva Zelanda, se realizó paralelamente un taller de revisión por pares de los resultados alcanzados por el estudio del FRS, incorporando a tres expertos independientes de los ejecutores: el Dr. Rudy Kloser (CSIRO M.R., Australia), los Dres. Doug Butterworth (U. Cape Town, South Africa) y Chris Francis (NIWA). Además, asistieron el asesor de Sea Lord, Mr. Graham Patchell, el Sr. Ignacio Payá, evaluador de stocks de IFOP, el sectorialista de la Subsecretaría de Pesca, el Gerente de CEPES, el Jefe del Proyecto FIP, Sr. Edwin Niklitschek, y otros científicos de la UCh del Centro Trapananda.

El crucero se inició en fecha más temprana que el 2003 (fines de mayo) y se prolongó hasta mediados de septiembre¹⁰. Sin embargo, al comienzo, la temporada presentó características aparentemente diferentes que los años anteriores, las que en un principio fueron consideradas por los capitanes de pesca como anómala, situación que motivó el abandono de las actividades extractivas de una importante fracción de la flota pesquera.

Entre agosto y comienzos de septiembre se detectaron importantes agregaciones reproductivas del recurso, lo que permitió la continuación del estudio y la recuperación de los rendimientos de pesca para la flota extractiva, situación que motivó a varios barcos a retornar a las áreas de pesca por algunos días, antes del término de la temporada.

Asociado a lo anterior, la Subsecretaría de Pesca solicitó al grupo ejecutor cumplir un objetivo adicional subordinado al desarrollo de este estudio, que consistió en realizar una evaluación tentativa de los efectivos Alfonsino que se encontraran presentes en las zonas y períodos en que se realizara el crucero de ORH, condicionado a que ello no significara sacrificar ninguno de los aspectos técnicos o metodológicos involucrados en la evaluación del recurso objetivo, lo que intentó realizar la ejecutora.

En esta investigación nuevamente hubo colaboración entre el grupo ejecutor (CEPES-UACH Trapananda, FRS) e IFOP¹¹.

Se observó que los resultados del segundo crucero se encontraban dentro de los rangos de biomasa obtenidos por la estimación inicial del 2003, lo que confirmó que el stock de Orange roughy disponible en el área de Juan Fernández no era de gran magnitud para fines pesqueros comerciales, como puede apreciarse en la **Tabla VI**. Esto no fue sorprendente, considerando los bajos niveles de captura y de rendimientos de pesca registrados históricamente durante los años previos de desarrollo de esta pesquería.

Por otra parte, los expertos señalaron que los coeficientes de variación de las estimaciones probablemente subestimaban la magnitud del error total de esta evaluación directa, considerando el gran desconocimiento de los procesos de la dinámica de las poblaciones de esta especie, además de la incidencia de otras fuentes de incertidumbre a esa época, como era el desconocimiento de la Fuerza de Blanco (TS, por su nombre en inglés) específico para las aguas nacionales en las áreas de pesca.

¹⁰ Sin embargo, el B/F Betanzos no estuvo disponible en la primera etapa del crucero, por lo que ésta debió realizarse en buques comerciales de la flota durante esa primera fase. Las naves operaron bajo la dirección de los expertos del FRS durante los períodos de prospección hidroacústica y el apoyo de la restante flota comercial para las pescas de identificación y el monitoreo reproductivo y de las capturas.

¹¹ No obstante que se invitó a participar al experto en evaluación directa del IFOP, Sr. Sergio Lillo, no pudo contarse con su colaboración en los cruceros del Betanzos debido a su sobrecarga de trabajo (conducir otras evaluaciones directas en esa misma época).

A lo anterior se suma la falta de una nave con estándares compatibles con los buques de investigación científica, además de la precaria instalación de los equipos de detección y su modalidad de operación (e. g., desde superficie¹²), entre otras tantas limitaciones comunes a estos estudios.

Tabla VI

Estimaciones de biomasa desovante de ORH el 2004 y comparativo 2003 (Niklitschek *et al.*, 2004).

| Monte | 2003 | | | 2004 | | |
|----------|----------------------|----------------------|------|----------------------|----------------------|-----------------|
| | Kloser et al. (2002) | Donan & Bull (2001). | CV | Kloser et al. (2002) | Donan & Bull (2001). | CV ¹ |
| JF1 | 2.800 | 1.800 | 0.42 | 4.100 | 2.700 | 0,21 |
| JF2 | 5.100 | 3.400 | 0.15 | 11.300 | 7.400 | 0,14 |
| JF3 | 7.200 | 4.800 | 0.40 | 4.900 | 3.200 | 0,19 |
| JF4 | 4.900 | 3.200 | 0.40 | 3.600 | 2.400 | 0,21 |
| Subtotal | 20.000 | 13.200 | 0.19 | 23.900 | 15.700 | 0,18 |
| BO1 | | | | 3.100 | 2.100 | 0,55 |
| BO2 | | | | 2.300 | 1.500 | 0,31 |
| Subtotal | | | | 5.400 | 3.600 | 0,45 |

No obstante todas las dificultades antes señaladas, el grupo ejecutor entregó los estimados de biomasa desovante presente (**Tabla VI**), los que fueron utilizados para los fines de análisis y evaluación del recurso.

La recomendación de los autores (Niklitschek *et al.*, 2004) en esa ocasión fue la considerar el estimado de TS de Donan & Bull (2001) obtenido en aguas de Nueva Zelanda para esa pesquería.

De acuerdo a lo anterior, los autores re-procesaron los cálculos 2003 y presentaron sus resultados, entregando estimados de biomasa desovante del orden de las 16 mil t para los cuatro montes de AJF (JF1 a 4) y de 3,6 mil t para los dos montes de Bajo O'Higgins.

Luego de realizar una amplia revisión de los estimados presentes y aplicar una metodología perfeccionada (Hampton & Sule, 2002), los investigadores entregaron sus nuevos resultados, como se detalla en la **Tabla VII**.

De lo anterior se evidenciaron importantes diferencias entre los estimados realizados el 2003 y posteriormente, el 2004, particularmente en las áreas de pesca de los montes JF1 y JF2.

¹² Expertos de CSIRO y NIWA emplean transductores sumergidos de multi-haz (frecuencias múltiples de prospección), que son más apropiados para las grandes profundidades del recurso, en la discriminación de otras especies presentes en la columna de agua (mictófidios, Alfonsino), así como también la fauna acompañante que interfiere en la detección del recurso objetivo y sus respectivos estimados. Además, ello permite reducir otras interferencias como el "efecto sombra" de la pendiente de los montes, entre otros.

Tabla VII

Estimaciones de biomasa desovante de ORH recalculadas comparativas 2003 y 2004 (Niklitschek et al., 2005).

| MONIE | 2003 | | | 2004 | | | |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------|-------------|
| | Doonan & Bull (2001) Estimated | Hampton & Soule (2002) Estimated | CV | Doonan & Bull (2001) Estimated | Hampton & Soule (2002) Estimated | CV | |
| JF1 | 2,000 | 3,100 | 0.49 | 6,000 | 8,000 | 0.36 | |
| JF2 | 3,800 | 5,700 | 0.30 | 10,000 | 15,000 | 0.29 | |
| JF3 | 5,300 | 8,100 | 0.48 | 3,000 | 4,000 | 0.33 | |
| JF4 | 3,600 | 5,500 | 0.48 | 4,000 | 7,000 | 0.24 | |
| Sub-total JF | 14,700 | 22,400 | 0.32 | 23,000 | 34,000 | 0.16 | |
| | | | | BO1 | 4,000 | 6,000 | 0.68 |
| | | | | BO2 | 3,000 | 5,000 | 0.39 |
| | | | | Sub-total BO | 7,000 | 11,000 | 0.41 |
| | | | | Total | 30,000 | 45,000 | 0.16 |

4.3.1.3 Tercer Crucero de Evaluación Directa de Biomasa (2005)

Durante ese año se realizó el tercer crucero de evaluación directa co-financiado por el FIP (proyecto FIP 2005-13) cuyos términos logísticos y operacionales fueron más complejos, por cuanto el estudio consideró además la estimación de la Fuerza de Blanco¹³ *in situ* para este recurso.

Los primeros estimados resultantes -basados en la misma metodología anterior y sin disponer del estimado de la TS- fueron muy sorprendentes (**Tabla VIII**), ya que evidenciaron fuertes variaciones interanuales en los niveles de biomasa, no explicables por las capturas ocurridas durante el período 2004-2005.

Los ejecutores señalaron en sus comentarios (relacionados con aspectos metodológicos en el ámbito estadístico y del conocimiento del ciclo vital y los procesos de la dinámica espacio-temporal del recurso) que se requería realizar una revisión completa de los estimados anteriores, una vez que se dispusiera del TS estimado para aguas nacionales.

Asimismo, en esa ocasión también enfatizaron la necesidad de abordar varias áreas del conocimiento del recurso (dinámica de los contingentes desovantes, unidades poblacionales, etc.) aún no resueltos, las que contribuyen a mantener los actuales niveles de incertidumbre que inciden en el estimado de los efectivos disponibles del recurso.

¹³ Más conocido como TS (Target Strenght), por sus siglas en inglés.

Tabla VIII

Cuadro comparativo de las estimaciones de biomasa desovante disponible de ORH 2003 a 2005 (Niklitschek *et al.*, 2005)

| Monte | 2003 | | 2004 | | 2005 | |
|-----------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|------------|
| | Biomasa | CV | Biomasa | CV | Biomasa | CV |
| JF1 | 5.400 | 0,52 | 5.800 | 0,5 | 11.500 | 23% |
| JF2 | 11.100 | 0,45 | 10.000 | 0,44 | 10.200 | 33% |
| JF3 | 4.900 | 0,45 | 3.600 | 0,51 | 2.200 | 46% |
| JF4 | 5.600 | 0,49 | 5.900 | 0,43 | 4.400 | 24% |
| Subtotal | 27.000 | 0,25 | 25 300 | 0,24 | 28.300 | 16% |
| BO1 | | | 2.900 | 0,67 | 1.300 | 23% |
| BO2 | | | 2.900 | 0,51 | 5.500 | 75% |
| Subtotal | | | 5.800 | 0,42 | 6.800 | 61% |
| Total | | | 31.100 | 0,21 | 35.100 | 17% |

4.3.1.4 Cuarto Crucero de Evaluación Directa de Biomasa (2006)

Junto con realizarse el cuarto crucero de evaluación directa, el mismo grupo ejecutor nacional continuó los esfuerzos por obtener un estimado confiable del TS de Orange roughy (y además de Alfonsino, recurso que también formaba parte del mismo proyecto), debido a varios hechos que les impidieron realizar las actividades en los plazos originalmente planeados.

Por esa razón, el programa consideraba una completa revisión de los procedimientos de estimación de los años anteriores, remplazando el TS aplicado por analogía con las otras pesquerías de ORH del hemisferio sur (Nueva Zelanda y Australia) por el nuevo estimado obtenido mediante este estudio.

Finalizadas las actividades de terreno y realizadas las estimaciones del TS para ORH en aguas nacionales, se procedió a estimar la biomasa presente del recurso durante el período reproductivo estacional del 2006 y a re-procesar los estimados de años anteriores con el nuevo TS. De ello resultaron modificaciones a la baja de los niveles anteriores, particularmente para los años 2003 y 2004, aunque de forma más importante para los años 2005 y 2006 (Tabla IX).

Tabla IX

Re-estimación de la biomasa desovante presente de ORH, desde los años 2003 a 2006 (Niklitschek *et al.* (2007).

| Monte | Año | | | | | | | |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | 2003 | | 2004 | | 2005 | | 2006 | |
| | \hat{B} (ton) | CV (\hat{B}) |
| JF1 | 2.196 | 0,36 | 2.019 | 0,40 | 9.590 | 0,21 | 3.749 | 0,20 |
| JF2 | 7.246 | 0,15 | 6.062 | 0,20 | 2.847 | 0,16 | 2.201 | 0,18 |
| JF3 | 4.536 | 0,37 | 1.905 | 0,14 | 1.531 | 0,19 | 1.565 | 0,32 |
| JF4 | 2.981 | 0,21 | 1.572 | 0,14 | 1.586 | 0,30 | 492 | 0,29 |
| Sub-total | 16.959 | 0,13 | 11.558 | 0,13 | 15.554 | 0,14 | 8.007 | 0,12 |
| BO1 | | | 927 | 0,62 | 1.813 | 0,44 | | |
| BO2 | | | 654 | 0,31 | 536 | 0,35 | | |
| Sub-total | | | 1.581 | 0,38 | 2.349 | 0,35 | | |
| Total | 16.959 | 0,13 | 13.139 | 0,12 | 17.903 | 0,13 | 8.007 | 0,12 |

Nota: Estimados 2006 y re-estimación de los cruceros anteriores. Tomado de Niklitschek *et al.* (2007).

En efecto, los estimados obtenidos el año 2006 corresponden a los menores niveles de biomasa desovante de toda la serie (ca. 8 mil t), no explicadas por los niveles de remoción del recurso en el período entre cruceros.

Frente a estos resultados, los investigadores del grupo ejecutor plantearon las siguientes hipótesis:

- i) variabilidad en la detectabilidad de las agregaciones del recurso en sus zonas de desove,
- ii) intermitencias en el proceso de desove,
- iii) cambio en las fechas de desove (particularmente en los montes JF1 y JF4),
- iv) alteración del comportamiento natural del recurso en desove debido a las perturbaciones producidas por las actividades de prospección y la pesca (tanto comercial como de identificación),
- v) reducción del hábitat del recurso,
- vi) alta incidencia de la disposición espacial de las agregaciones en los estimados de abundancia.

No obstante lo anterior, los investigadores también atribuyeron los pobres resultados alcanzados el 2006 a cambios en las características del crucero (menor cantidad de días/barco por monte), lo cual, junto a las limitaciones tecnológicas que enfrentan (transductor montado en el casco muy

distante del nivel de profundidad del recurso¹⁴) todo lo cual conforma un conjunto de factores que afectan la calidad de los resultados del estudio.

En el comparativo de la serie analizado por monte, se pueden observar grandes variaciones interanuales en los estimados de abundancia (**Fig. 8**) que no se explican por fenómenos de crecimiento del stock ni por las remociones debidas a la pesca.

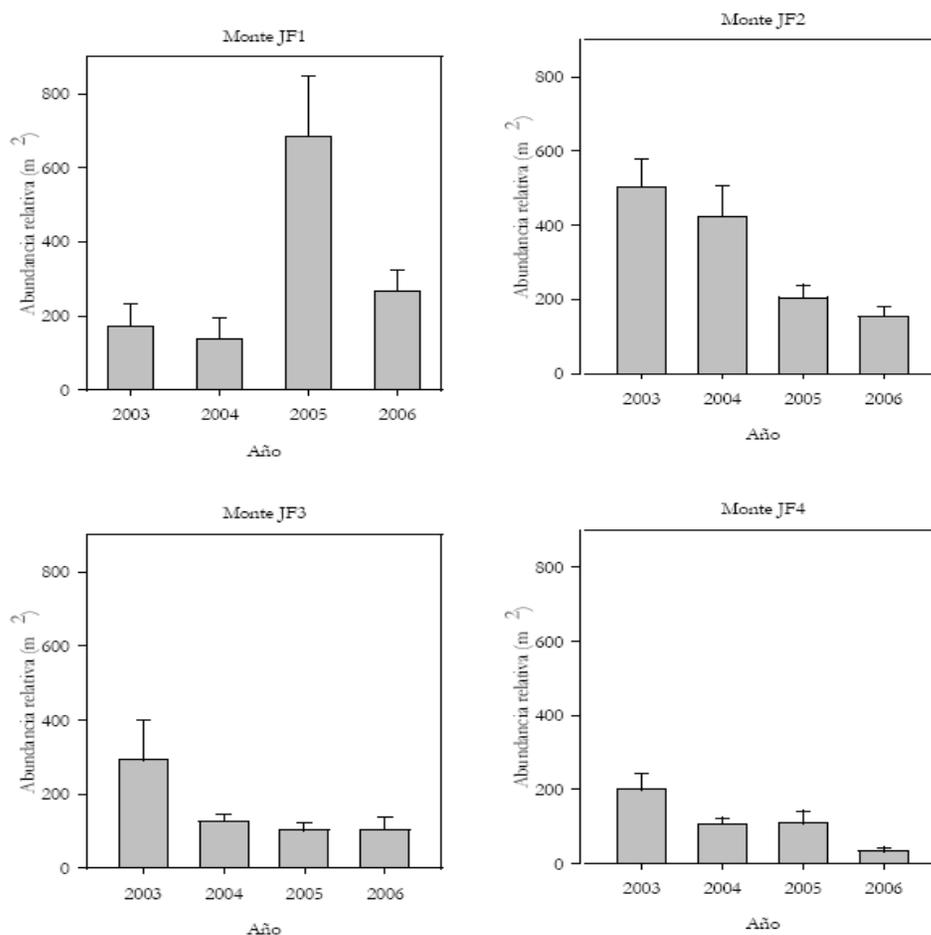


Figura 8. Variación interanual de los estimados de abundancia de Orange roughy por monte. Tomado de Niklitschek *et al*, 2007).

Todo lo evidencia la gran incertidumbre involucrada en las evaluaciones directas de este tipo de recursos de aguas profundas y, asimismo, explica la necesidad de contar con mejor infraestructura (buques científicos, equipados con sensores remolcados, entre otros) que permitan conocer el estado actual de la abundancia y distribución de este recurso, así como evaluar los impactos de la pesca de fondo sobre los ecosistemas bentónicos de los montes submarinos del área del AJF.

¹⁴ Ello genera una gran área de "sombra" acústica en laderas con pendiente fuerte.

4.3.2 Evaluación indirecta (evaluación de stock)

Los estudios de evaluación de stock de ORH realizados principalmente por IFOP han estado fuertemente limitados por el bajo conocimiento de la biología y dinámica de este recurso, así como por las deficiencias en la información pesquera, que son más altas en estas pesquerías, debido a la fuerte componente espacio-temporal (agregación del recurso, concentración de lances de la flota, topografía de los fondos, etc.) y por los sistemas y tácticas de pesca de la flota (búsqueda de marcas, técnica de lances, sensores y sistemas de detección, etc.), que ameritan un monitoreo muy prolijo y detallado de estas actividades.

En efecto, las primeras evaluaciones de stock se remontan al año 2000 (Zuleta y Young, 2000) y constituyen aproximaciones de modelos, sustentados en el conocimiento de la historia vital del Orange roughy de otras pesquerías mundiales de (meta-análisis), junto con la escasa información de la pesquería nacional.

El año 2004 se realizó el primer Taller de Evaluación de Orange roughy, que contó con la participación de dos expertos internacionales en evaluación y asesoría pesquera: el Dr. Chris Francis (estadístico y evaluador de stock del NIWA, Nueva Zelanda) y el Dr. Doug Butterworth (asesor en manejo pesquero de Namibia y Sudáfrica, de Cape Town University, Sud Africa). En ese taller se desarrolló un enfoque de evaluación para este recurso y se formuló un modelo de evaluación de stock (con sus respectivos códigos) que fue contrastado con un modelo de evaluación estandarizado (CASAL). En esa evaluación (Montecinos *et al.*, 2004) se hizo uso de la información disponible de la pesquería y del crucero de evaluación directa del año 2003.

Los años siguientes, se continuó aplicando el modelo estructurado señalado anteriormente, además de otros sin estructura de tallas o edades, conforme a metodologías para datos pobres (calibrados solo con índices de abundancia y capturas).

Finalmente, la evaluación del año 2005 (Payá y Montecinos, 2005) informó bajos niveles de Capturas Biológicamente Permisibles (CBA), correspondientes a 398 t para un escenario y 596 t para otro (criterio de captura en el Máximo Rendimiento Sostenible).

Por su parte, los representantes de las empresas armadoras poseedores de los Permisos Extraordinarios de Pesca (PEPs) plantearon en la Comisión de Manejo de esta pesquería que los niveles de captura anuales recomendados por la asesoría científica eran económicamente inviables para la mantención de las operaciones de pesca sobre este recurso. Por su parte, el Comité Científico juzgaba que las evaluaciones de stock tenían alta incertidumbre, lo que implicaba alto riesgo de error en las estimaciones de biomasa y, por consiguiente, recomendaciones de captura que pudieran no cumplir con el objetivo de sustentabilidad del recurso y de su ambiente.

Junto con lo anterior, el monitoreo de la pesquería mostraba alta variabilidad en las capturas y disminución de los rendimientos de pesca, lo que en esa época se interpretó como una declinación de la abundancia. No obstante, en el Comité Científico se discutían también otras hipótesis, tales



como la de perturbación de la pesca, la dispersión del recurso y la de itinerancia de los contingentes anuales, dada la aparentemente baja disponibilidad del recurso en sus áreas características de pesca.

Con esos antecedentes, la Subsecretaría optó por suspender las actividades pesqueras y someter al recurso a una veda biológica, con el objetivo de permitir la restauración de los procesos vitales de esta especie (principalmente las agregaciones desovantes), detener el impacto sobre los fondos de pesca. Paralelamente, se consideró que esa veda podría constituir un experimento de no remoción del recurso (que se estimaba debía prolongarse por un plazo no menor a 5 años), cuyo objetivo sería verificar la eventual reorganización del stock desovante y la recuperación de los niveles de abundancia disponible en las áreas tradicionales de pesca (montes submarinos) aledañas al Archipiélago de Juan Fernández.

Complementariamente, la racionalidad de esta medida –junto con el “experimento” de no remoción– deberían ser probados mediante la realización de estudios orientados a verificar periódicamente el desempeño de la veda en términos de la medición de eventuales cambios en la distribución y abundancia del recurso, así como también, con una evaluación del impacto de la pesca de fondo sobre los ecosistemas bentónicos de las áreas de los montes submarinos donde se ejercieron los lances de pesca de fondo.

No obstante lo anterior, hasta la fecha de emisión de este informe, no se ha contado con el presupuesto para realizar un crucero de investigación que permita contrastar estas hipótesis con observaciones directas (evaluación) de la abundancia y distribución de este recurso en el área de montes submarinos del AJF, y también, evaluar el impacto de la pesca de fondo en el ecosistema bentónico (huella del arrastre de fondo).

Un ejercicio de evaluación realizado recientemente por IFOP (Payá, 2012), con los mismos datos anteriores de la pesquería, aunque codificado en ADMB y algunas mejoras¹⁵, llegó a los siguientes resultados, señalados por el autor: *“La biomasa inicial total fue estimada en 31 mil toneladas, de las cuales la mitad correspondió a la fracción desovante [Fig. 9]¹⁶. La incertidumbre fue estimada desde la matriz Hessiana usando el programa ADMB. La incertidumbre de los estimados del modelo fue media, con coeficientes de variación de 13 a 18% para la biomasa total y de 13 a 27% para la biomasa desovante.”.*

Por su parte, respecto de la reducción del stock total y desovante respecto de su eventual situación al inicio de la pesquería (condición virginal), el autor señala que: *“El agotamiento, porcentaje de la biomasa desovante virginal, fue estimado en 56% para el 2011, lo que representa un leve aumento*

¹⁵ 1) Condición inicial con equilibrio dinámico, 2) Modelación de la abundancia del grupo plus, y 3) Modelación de la distribución de tallas del grupo plus. Además, con dos casos: 1) Caso base, en que los indicadores de abundancia (CPUE y biomasa acústica) son proporcionales a la biomasa del stock, y 2) Caso con hiper-agotamiento, en que los índices de abundancia disminuyen más rápido que la biomasa del stock, debido a la disminución de la capturabilidad generada por las pescas comerciales.

¹⁶ **Nota:** todos los textos entre paréntesis de corchetes y en negrita, no corresponden al texto del autor, sino refieren a las figuras numeradas en orden correlativo que tiene este informe.

con respecto al 54% proyectado hasta el 2012 [Fig. 10]. La recuperación de la biomasa desovante desde el año 2005 al 2011 se estimó en un 13%.”.

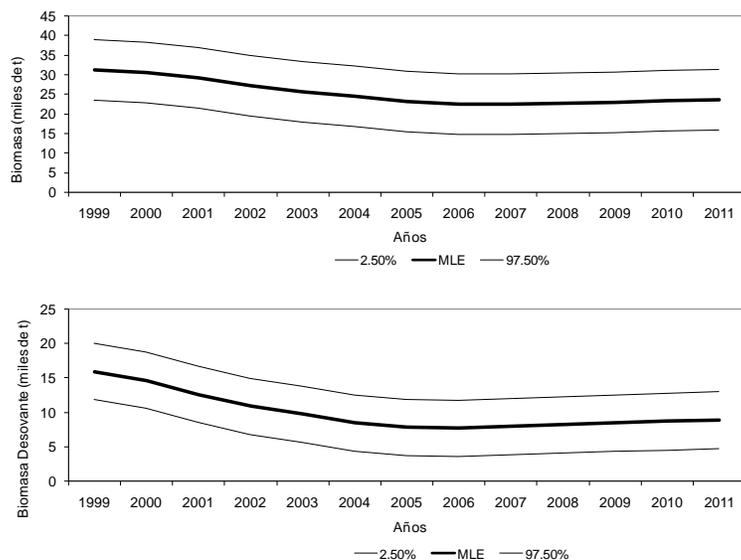


Figura 9. Estimados máximos verosímiles e intervalos de confianza al 95% para la biomasa total y desovante. Tomado de Paya (2012).

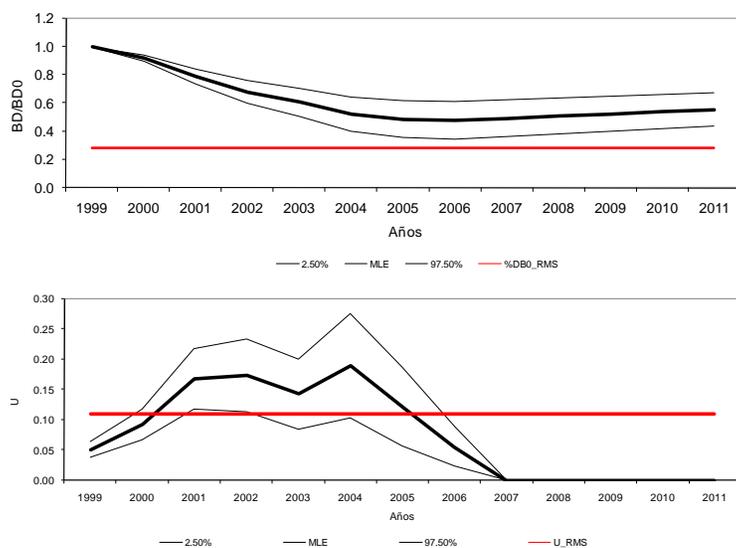


Figura 10. Estimados máximo-verosímiles e intervalos de confianza al 95% para la razón de agotamiento (BD/BDO) y la tasa de explotación. Las líneas rojas indican los niveles en que se estima se alcanza el rendimiento máximo sostenido. Tomado de Payá (IFOP, 2012).

No obstante los análisis antes presentados, estos resultados deben ser considerados como meramente referenciales, por cuanto están basados en análisis que no incorporan ningún dato nuevo

desde el año 2006, ni un mayor conocimiento sobre la biología, distribución y dinámica de este recurso en nuestras aguas.

5 ANALISIS

5.1 Estado del recurso

El limitado conocimiento de la dinámica y distribución de esta especie en sus principales áreas de distribución nacional, así como la escasa inversión en investigación (cruceos) y estudios sobre la biología y dinámica de esta especie, no permiten contar con información nueva para sustentar el estatus del recurso.

No obstante, análisis meramente teóricos realizados durante el presente año y sustentados en la información disponible hasta el año 2006, llevan al autor (Payá, 2012) a sostener que “desde el 2001 el stock fue explotado a una tasa mayor que la tasa de explotación que genera el rendimiento máximo sostenido (1.94%BD0), sin embargo la biomasa desovante aún no ha sido reducida por debajo del límite (28%BD0) que permite mantener el rendimiento máximo sostenido [Fig. 11]. En relación al área recomendada para mantener una captura constante máxima (2/3RMS), el stock sólo en el 1999 estuvo en esa área de seguridad”.

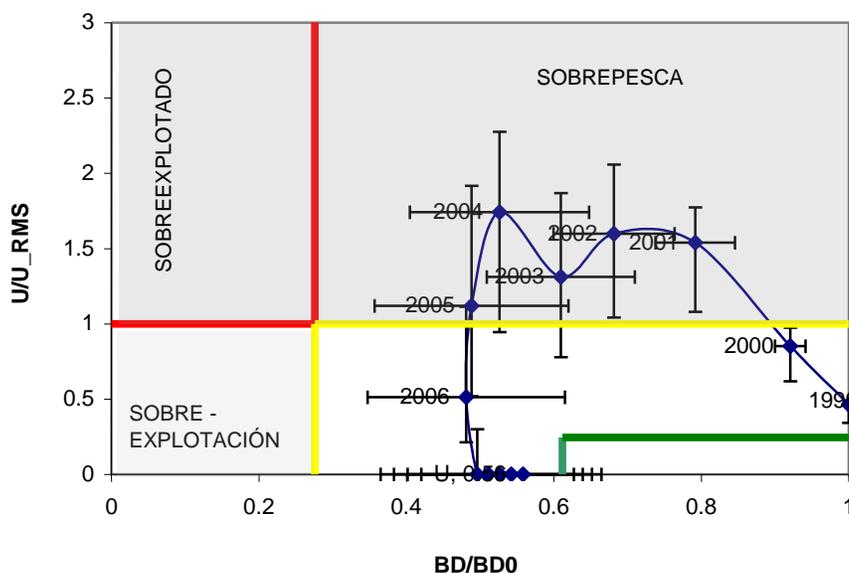


Figura 11. Diagrama de fase que presenta el estatus del stock de ORH. En el eje horizontal se muestra la biomasa desovante (BD) estandarizada unitariamente (escalada a la BD máxima o BD0, con el valor 1) y en el eje vertical, la razón entre la Tasa de Explotación anual (U)/Tasa de Explotación en el punto de Rendimiento Máximo Sostenible (U_{RMS}). Las cruces representan los intervalos de confianza al 95% para cada índice. El nivel límite (línea amarilla) corresponde a U_{RMS} y el recomendado (en verde) a $2/3$ de U_{RMS} . Tomado de Payá (IFOP, 2012).

Los altos costos de investigación de este recurso constituyen la mayor limitante para obtener o elevar el conocimiento de la biología, dinámica, distribución y abundancia de esta especie, lo que se refleja en la gran incertidumbre de su estado y la cuantía de los efectivos explotables de este recurso.

En efecto, los estimados obtenidos se han sustentado principalmente en indicadores generados por la misma pesquería (rendimientos de pesca, composiciones de tallas) y en cuatro cruceros realizados durante la época de agregación reproductiva del recurso¹⁷ entre los años 2003 y 2006. Por lo anterior, los niveles de incertidumbre estimados por el autor del análisis señalado precedentemente no informan la real incertidumbre de procesos que afecta a estos estudios, debido a la carencia de nueva información al respecto.

Esto incrementa exponencialmente la incertidumbre sobre el estatus de este recurso en el tiempo, dada la ausencia de nuevos antecedentes, lo que paulatinamente diluye la validez de la información previamente obtenida y va retro trayendo el nivel conocimiento del recurso a una situación cada vez más similar a lo que podría ser una nueva pesquería¹⁸.

A nivel científico, siguen vigentes varias cuestiones relacionadas con los métodos de observación del recurso (e. g., el seguimiento de las capturas, cruceros hidroacústicos) y respecto de la calidad de las observaciones y de la forma de interpretación de éstas. Se plantean dudas de la capacidad de detección de los efectivos por el método hidroacústico empleados en los cruceros (i. e., transductores instalados en el casco, o situados cerca de la superficie). Además, se considera que los equipos empleados tienen importantes limitaciones (transductores de un solo haz y de 38 KHz en buques sin aislamiento del ruido ambiental o a las vibraciones de las máquinas¹⁹), considerando que el recurso se localiza por bajo la isobata de 600 m (y hasta alrededor de mil metros de profundidad), entre otros factores.

También se discute acerca de la interferencia o perturbación de las maniobra de calado, arrastre e izamiento de las redes en las maniobras de pesca de identificación, entre otras²⁰, así como también las que puedan generar las mismas actividades de ecoprospección (e. g., insonificación, ruido de los motores y de las hélices de las naves) entre otros posibles factores que afectan la obtención de señales claras y estimados confiables de la distribución y abundancia en este recurso.

¹⁷ No obstante los cruceros y el estudio de estimación de la fuerza de blanco realizados en este recurso (Niklitschek *et al.*, 2006) se requiere orientar estudios a investigar las causas de la gran variabilidad espacio-temporal del recurso (no explicada totalmente por las capturas).

¹⁸ En efecto, en la CCMLAR se consideran nuevas pesquerías aquellas que no han generado información por un período de años (además de las que se inician recientemente).

¹⁹ Centros de investigación avanzados (CSIRO, NIWA) emplean transductores sumergidos multi-haz que operan simultáneamente con tres frecuencias (larga-media-corta) lo que mejora la resolución de los blancos evitando confundir señales de otras especies presentes en el área, y permite reducir el efecto de sombra de la pendiente de los montes submarinos.

²⁰ En Namibia y Nueva Zelanda se restringen las actividades pesqueras 24 h antes de la evaluación hidroacústica.



Investigaciones disponibles de algunas características vitales de esta especie en nuestras aguas demuestran que es más longevo que en otras zonas del hemisferio sur (164 años) y su productividad se estima tan baja como los de otras zonas del mundo. Sin menoscabo de toda esta incertidumbre, con el conocimiento actualmente alcanzado, se postula que el tamaño del stock inicial de Orange roughy presente en las áreas de pesca de AJF no era de gran magnitud inicial, lo que califica a este stock como pequeño, a diferencia de sus homólogos de Nueva Zelanda.

Por lo anterior, se estima que los impactos de las capturas –aunque relativamente bajas en el contexto mundial– han sido suficientemente importantes como para afectar los procesos de distribución de su abundancia y recurrencia de las agregaciones reproductivas estacionales en este recurso, con la consecuente reducción de su disponibilidad, tanto a las capturas comerciales como a las prospecciones hidroacústicas de los cruceros de evaluación directa de su biomasa.

En consecuencia, con los limitados antecedentes disponibles a la fecha, puede señalarse que el principal stock de Orange roughy en aguas nacionales que se encuentra en la zona de montes submarinos adyacente al Archipiélago de Juan Fernández es de tamaño relativamente pequeño y que las tasas de explotación que se han ejercido sobre éste (que aparentemente no han sido excesivas), han provocado interferencias sobre algunos procesos vitales y de su dinámica que se manifiestan en una menor detectabilidad a los instrumentos (i. e., ecoprospección hidroacústica) y una dispersión desde las áreas principales de distribución y concentración de la biomasa adulta de *H. atlanticus*.

En ese contexto, los volúmenes de capturas acumuladas a la fecha de establecimiento de la veda biológica no parecen explicar las aparentes reducciones en la abundancia de este recurso –como venía postulando IFOP hasta el año 2005–sino más bien, que eventuales cambios en la distribución y circuitos migratorios podrían explicar las disminuciones en su disponibilidad.

5.2 Perspectivas de corto y mediano plazo del recurso

Con los limitados antecedentes y conocimiento científico disponible a esta fecha, así como también, la gran incertidumbre respecto de los actuales niveles de abundancia del stock de *H. atlanticus* en aguas nacionales (preferentemente del área del AJF), no es posible genera predicciones plausibles y confiables sobre las tendencias futuras de este stock.

No obstante, asumiendo que el conjunto de parámetros y supuestos sobre los procesos vitales de este recurso son aplicables a este caso, así como los análisis de estatus informados precedentemente, las proyecciones realizadas sobre esa base señalan que hacia el año 2070, el stock principal stock de Orange roughy en aguas nacionales que se encuentra en la zona de montes submarinos adyacente al Archipiélago de Juan Fernández podría recuperarse a niveles similares a los virginales (previos al inicio de las operaciones de pesca comercial iniciados a fines de 1998), esto es, en torno a las 15 mil t (**Fig. 12**).

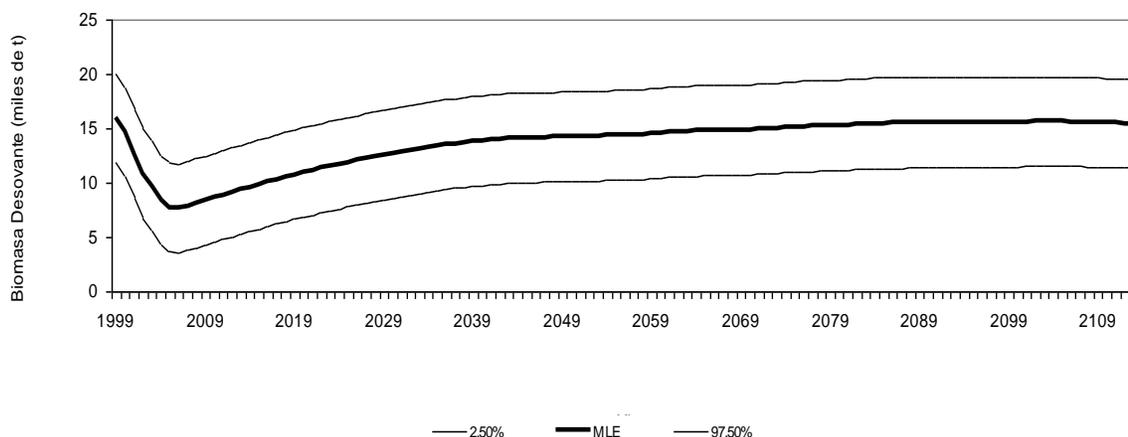


Figura 11. Trayectoria posible de recuperación de la biomasa desovante de Orange roughy, dentro de intervalos de confianza del 2,5% y 97,5%. Tomado de Payá (IFOP, 2012).

5.3 Investigación de corto y mediano plazo en la pesquería

El limitado conocimiento del recurso y su dinámica, así como la carencia de investigaciones orientadas a actualizar los estimados de los efectivos de este recurso (*i. e.*, cruceros de evaluación directa), introducen un nivel de incertidumbre del tal magnitud que se torna casi imposible establecer el estado de conservación y sus posibilidades de recuperación (o re-estructuración) sobre bases mínimamente confiables para fines de manejo de esta pesquería.

En consideración lo anterior, a continuación se listan los principales estudios que se identifican como necesarios de realizar sobre este recurso en su principal área de distribución, a saber:

- i) Estructura del stock de AJF y conectividad.
- ii) Factores de variabilidad en la detectabilidad de las agregaciones del recurso en sus zonas de desove,
- iii) Dinámica del proceso de desove e identificación de los factores que determinan los cambios en el comportamiento de agregación reproductiva del recurso,
- iv) Umbrales de perturbación que gatillan cambios en el comportamiento y distribución espacio-temporal del recurso durante el período de desove (insonificación por las actividades de prospección hidroacústicas, de pesca de identificación y comercial, entre los principales),
- v) Posibles cambios (reducción) del hábitat del recurso por impactos de la pesca de fondo (huella de la pesca),
- vi) Cambios en la disponibilidad del recurso en las áreas de pesca (¿dispersión, re-localización, migraciones?),
- vii) Posible reducción de la biomasa del recurso en la zona de AJF.



6 CONCLUSIONES

Del análisis de los limitados antecedentes y conocimiento científico disponible a la fecha, se concluye que no es plausible conocer los actuales niveles de abundancia y el estatus actual del stock de *H. atlanticus* en aguas nacionales (preferentemente del área del AJF) con niveles aceptables de incertidumbre, aunque se estima que debieran mantenerse en torno a los niveles anteriormente estimados.

Por las razones antes señaladas, tampoco es posible disponer de predicciones confiables sobre las posibles tendencias futuras de la biomasa total y desovante de este stock, así como del grado de eventual deterioro de los ecosistemas bentónicos en los montes submarinos impactados por las actividades de pesca de fondo realizadas durante la corta historia de esta pesquería, particularmente en el área del Archipiélago de Juan Fernández.

En consideración a la alta incertidumbre respecto del actual estatus del stock de Orange roughy y los antecedentes que indican que el recurso no presentaría una recuperación sustancial en su abundancia, estructura, distribución espacio-temporal y disponibilidad, se estima necesario mantener resguardado el recurso evitando actividades de remoción durante el próximo año 2013.

Por otra parte, lo anterior es totalmente consistente con los cambios del marco legal que impulsa la recientemente aprobada modificación de la Ley de Pesca y Acuicultura, se elevarán los requerimientos de investigación de los eventuales impactos de la pesca de fondo sobre el ecosistema bentónico de los montes submarinos que han sustentado las actividades pesqueras sobre este recurso, particularmente en el área del Archipiélago de Juan Fernández, Bajo O'Higgins y Punta Sierra, debiendo demostrarse científicamente que allí no existirían Ecosistemas Marinos Vulnerables.

7 RECOMENDACIONES

En consideración a todo lo anterior, se recomienda **prorrogar la actual veda biológica para el recurso Orange roughy en todo el territorio marítimo-geográfico continental e insular de la Zona Económica Exclusiva nacional durante el año 2013**, con el fin de evitar interferencias en los procesos vitales de esta especie derivadas de la operación de buques pesqueros en operaciones comerciales.

Se recomienda realizar un crucero de investigación orientado a evaluar la recuperación de los procesos vitales de distribución espacio-temporal de la abundancia de este recurso, estudiar la eventual presencia de Ecosistemas Marinos Vulnerables en las áreas de pesca de este recurso y los impactos de la pesca de fondo en el ecosistema bentónico de los montes submarinos donde se han ejercido las actividades extractivas en esta pesquería.



8 LITERATURA CITADA

- Boyer D., E. Niklitschek, I. Hampton, J. Nelson, M. Soule, A. Lafon y H. Boyer. 2003. Evaluación hidroacústica de biomasa de las principales agregaciones reproductivas de Orange roughy *Hoplostethus atlanticus* (2003) en los montes submarinos adyacentes al Archipiélago de Juan Fernández (V Región de Valparaíso).
- Feltrim, M. y C. Canales. 2006. Investigación Evaluación de Stock y CTP de Orange roughy, 2006. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero. 21 p + 4 Anexos
- Francis, R.I.C.C. 1992b. Recommendations concerning the calculation of maximum constant yield (MCY) and current annual yield (CAY). New Zealand Fisheries Assessment research Document 92/8.
- Francis, R.I.C.C. y P.L. Horn. 1997. The transition zone in otoliths of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) and its relationship to the onset of maturity. *Marine Biology* 129: 681-687.
- Gálvez, P., Díaz, E., Sateler, J. y J. González. 2007. Investigación Situación Pesquería Demersal Centro Sur y Aguas Profundas, 2006. Sección I: Pesquería de Aguas Profundas. Informe Final Programa Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. IFOP. 134 p.
- Gili, R., Cid, L., Pool, H., Young, Z., Tracey, D., Horn, P. y Marriott, P. 2002. Estudio de edad, crecimiento y mortalidad natural de los recursos Orange roughy y Alfonsino. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Final. FIP N° 2000-12. 129 pp + Anexo
- 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. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Final FIP 95-19. 113 pp + Anexos.
- Lillo, S., R Bahamonde, 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. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Final FIP 98-05, IFOP. 47 p. + Anexo.
- Montecinos M., Paya I. y C. Canales. 2003. Investigación CTP Orange Roughy, 2003. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero. 39 p. + 13 (figuras) + 11 (tablas) + 34 p. (anexos).
- Montecinos M., Paya I., Wiff, R. y C. Canales. 2004. Investigación CTP Orange Roughy, 2004. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero. 60 pp. + 5 p. (anexos).
- Montecinos M., Paya I., Wiff, R. y C. Canales. 2004. Investigación CTP Orange Roughy, 2004. Informe Final Corregido. Instituto de Fomento Pesquero. 62 p. + 125 p. (anexos).
- Niklitschek E., D. Boyer, R. Merino, I. Hampton, M. Soule, T. Melo, E. Gaete y J. Cornejo. 2004. Estimación de la biomasa reproductiva de Orange roughy en sus principales zonas de concentración, 2004. Informe de avance FIP 2004-13. Centro de Estudios Pesqueros. Universidad Austral de Chile. 51 páginas.

- Niklitschek E., D. Boyer, R. Merino, I. Hampton, M. Soule, T. Melo, E. Gaete y J. Cornejo. 2006. Evaluación hidroacústica y TS de Alfonsino y Orange roughy. Informe de avance FIP 2005-13. Centro de Estudios Pesqueros. Universidad Austral de Chile. 49 páginas.
- Payá, I. y M. Montecinos. 2004. Investigación evaluación de stock y CTP Orange roughy 2005, FASE I. Instituto de Fomento Pesquero. 17 p. + 50 p. (anexos).
- Payá, I. y M. Montecinos. 2005. Investigación evaluación de stock y CTP Orange roughy 2005, FASE II. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero. 17 p. + 55 (anexos).
- Payá, I. 2011. Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentables de los Principales Recursos Pesqueros Nacionales, Año 2012. Orange roughy. Segundo Informe. IFOP. 83 p.
- Payá, I. 2012. Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentables de los Principales Recursos Pesqueros Nacionales, año 2012. Orange roughy. Instituto de Fomento Pesquero. 102 p + 26 (Anexos).
- Tascheri R., J. Sateler, J. Merino, V. Ojeda, J. Olivares, R. Gili, R. Bravo, H. Miranda, C. Vera, L. Adasme y C. Bravo. 2001 Programa de Seguimiento del Estado de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Situación Pesquería Demersal Centro Sur, 2000. Instituto de Fomento Pesquero. 153 p. + 87 figs., 73 tablas y anexos.
- Tascheri. R., J. Sateler, J. Merino, O. Carrasco, J. González, E. Díaz, V. Ojeda, J. Olivares, R. Gili, R. Bravo y L. Cid 2003. Programa de Seguimiento del Estado de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Situación Pesquería Demersal Centro Sur Informe Final 2002. Instituto de Fomento Pesquero. 309 p.
- Young, Z. 2002. Investigación CPT de Orange roughy, 2002. Instituto de Fomento Pesquero. 21 p. + 27 p (tablas y figuras).
- Young, Z., Canales, C., y M. Montecinos. 2002. Investigación CTP de Orange roughy, 2003. Instituto de Fomento Pesquero. 18 p. + 26 p (tablas y figuras).
- Young, Z., Zuleta, A. y R. Tascheri. 2000. Investigación CTP de Orange roughy, 2001. Instituto de Fomento Pesquero. 30 p. + 23 p (tablas y figuras).
- Zuleta, A. y Z. Young. 2000. Investigación CTP de Orange roughy, 2000. Instituto de Fomento Pesquero. 28 p.