



*Centro de Estudios Pesqueros S.A.*

PESCA DE INVESTIGACIÓN BACALAO 2012

**Informe final**

Monitoreo pesquería-dependiente de la  
abundancia del bacalao e interacción de los  
mamíferos con la pesca en el área licitada.

---

*Programa de Investigación Colaborativo*

*AOBAC - SUBPESCA*

Junio de 2013

## **Informe final**

# **PESCA DE INVESTIGACIÓN BACALAO 2012**

Monitoreo pesquería-dependiente de la abundancia del bacalao e interacción de los mamíferos con la pesca en el área licitada.

---

### **PROPONENTE**

**Agrupación de Operadores del Bacalao**

### **EJECUTOR**

**Centro de Estudios Pesqueros S.A.**

### **AUTORES**

**Pedro S. Rubilar<sup>1</sup>, A. Zuleta<sup>2</sup> y Carlos Moreno<sup>1,3</sup>**

1: Ecofish Consultores SA, 2: Centro de Estudios Pesqueros SA, 3: Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Universidad Austral de Chile

Junio de 2013

# Índice general

<b>Agradecimientos</b>	<b>I</b>
<b>Resumen Ejecutivo</b>	<b>II</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>3. Materiales y métodos</b>	<b>5</b>
3.1. Marco del estudio . . . . .	5
3.1.1. Área . . . . .	5
3.1.2. Período . . . . .	5
3.1.3. Participantes . . . . .	6
3.2. Objetivo 1. Implementación del programa de marcado. . . . .	6
3.2.1. Preparación previa . . . . .	6
3.2.2. Implementación de los subprogramas de marcado y recuperación de marcas . . . . .	8
3.3. Objetivo 2. Analizar los efectos en el poder de pesca de la cachalotera en relación con la independencia de los anzuelos y el número de anzuelos del racimo. . . . .	9
3.3.1. Aproximación experimental . . . . .	10
3.3.2. Análisis de la independencia de los anzuelos . . . . .	13
3.3.3. Análisis de los rendimientos y poder de pesca del racimo . . . . .	14
3.4. Objetivo 3. Recolección de muestras . . . . .	16
3.4.1. Muestreo gónadas para análisis indicadores reproductivos. . . . .	16
3.4.2. Colecta otolitos especiales para microquímica. . . . .	16
3.4.3. Peces vivos . . . . .	17

<b>4. Resultados</b>	<b>18</b>
4.1. Embarques y recolecta de datos . . . . .	18
4.1.1. Base de datos . . . . .	20
4.2. Objetivo 1. Implementación del programa de marcado. . . . .	21
4.2.1. Difusión del programa de marcado . . . . .	21
4.2.2. Desarrollo del marcaje . . . . .	23
4.2.3. Recaptura de marcas . . . . .	27
4.3. Objetivo 2. Analizar los efectos en el poder de pesca de la cachalotera en relación con la independencia de los anzuelos y el número de anzuelos del racimo. . . . .	30
4.3.1. Resultados de la aproximación experimental . . . . .	30
4.4. Objetivo 3. Analizar la variación espacial y temporal de la fecundidad y ojiva de madurez en al área de desove de Tierra del Fuego. . . . .	50
<b>5. Discusión</b>	<b>51</b>
5.1. Implementación del programa de marcaje. . . . .	51
5.2. Efectos en el poder de pesca de la cachalotera en relación con la independencia de los anzuelos y el número de anzuelos del racimo. . . . .	55
5.2.1. Independencia de los anzuelos de la cachalotera. . . . .	55
5.2.2. Rendimientos de pesca en relación con el número de anzuelos de la cachalotera. . . . .	56
<b>Referencias</b>	<b>58</b>
<b>Anexos</b>	<b>60</b>

# Agradecimientos

El Centro de Estudios Pesqueros (CEPES) agradece a la Asociación de Operadores del Bacalao de Profundidad (AOBAC) la confianza depositada en la ejecución de la Pesca de Investigación 2012. A Subsecretaría de pesca por la autorización de la presente PI, su disposición, preocupación, interés y participación en la temática tratada en esta investigación. También hace extensivo este agradecimiento al Grupo Técnico del Bacalao (GT-BAC) por la acogida que brindó y el interés demostrado en cada uno de los temas tratados en esta investigación, sus recomendaciones y la discusión de sus resultados.

CEPES también agradece en forma muy especial al señor Eduardo Infante, Gerente General de Globalpesca Spa, al señor Enrique Gutierrez Gerente de Operaciones de Pesca Chile SA y al señor Adolfo Suris Gerente Zonal de Pesca Cisne SA, por la cooperación, disposición, preocupación e interés mostrada en el desarrollo de la presente pesca de investigación. A los señores Carlos Bórquez, Benjamín Azúa F y Rudy Boullosa R, Jefes de flota de Globalpesca Spa, Pesca Chile SA y Pesca Cisne SA, respectivamente por su siempre buena disposición, cooperación y amabilidad en relación con la coordinación del embarque de los observadores y la preocupación por su bienestar. A los capitanes y patrones de pesca de los buques que participaron en esta investigación por su interés en los temas a investigación, su disposición y colaboración en todo momento con las actividades realizadas a bordo por los observadores. También a la tripulación de dichos buques por su cooperación e interés en las actividades a bordo y en especial a los Contra maestres de factoría, quienes además asumieron el marcaje de peces en ausencia de observador.

Finalmente, CEPES agradece a los observadores señor César Barrales Acuña, Carlos Arias Melgarejo, Fernando Goyeneche Ramírez, Jorge Gómez Manosalba y Carlos Alárcon, por su dedicación, esfuerzo y por sacar adelante las tareas a pesar de las dificultades que puedan haber surgido.

# Resumen Ejecutivo

## Implementación programa de marcaje en la UPL.

La pesca de investigación 2012, permitió iniciar el programa de marcaje en el bacalao de profundidad en la UPL y también testear la independencia de los anzuelos y los rendimientos de pesca en relación con el número de anzuelos de la cachalotera.

La implementación del marcaje comenzó en junio del 2012, bajo el alero de la pesca de investigación 2012 y ocurrió de manera paulatina en la flota industrial bacaladera. La capacitación de las personas designadas por la industria para realizar marcaje se hizo a medida que los buques recalaban, resultando en una actividad secuencial que concluyó en marzo del 2013, de manera que hoy todos los barcos de la flota están en condiciones de realizar marcaje.

La tasa de marcaje alcanzada fue mejor de la esperada, salvo algunas excepciones. La cobertura espacial del marcaje se logró plenamente y la cantidad de peces marcados para esta etapa del programa alcanzó a un 33 % (1080 peces marcados) de lo consignado en la propuesta técnica. La sobreposición de las estructuras de tallas de los peces marcados y de la captura alcanzó a un 45,6 %. Se recomienda en las etapas siguientes lograr una sobreposición mayor al 60 %, según lo recomendado por Ziegler (2012[16]), marcando peces en todo el rango de la captura.

La tasa de recaptura alcanzó al 1 % (12 peces). La mayoría de los peces recapturados recorrieron distancias por sobre los 400 km desde su lugar de liberación y todos ellos muestran desplazamientos hacia el norte, siguiendo el talud continental. Esto es un hecho destacable pues, en otros lugares, una alta proporción de peces tienden a permanecer en las cercanías del lugar de marcado y liberación. Ningún pez recapturado ha mostrado desplazamiento hacia el sur. Estimamos que esto podría ocurrir entre junio y agosto, cuando los peces marcados retornen al área de desove en Tierra del Fuego.

El balance del programa de marcado en este primer año o etapa fue positivo y prometedor a juicio del GT-BAC, no obstante, ve con mucha preocupación una eventual discontinuidad del programa, dada la importancia de los datos que se están generando.

## **Efectos en el poder de pesca de la cachalotera en relación con la independencia de los anzuelos y el número de anzuelos del racimo.**

Los resultados del experimento para medir la independencia de los anzuelos y los rendimientos de pesca en relación con el número de anzuelos de la cachalotera son claros y corroboran completamente los resultados obtenidos en la pesca de investigación 2011 con datos comerciales (Rubilar et al., 2012[11]).

### **Independencia de los anzuelos de la cachalotera.**

Se demuestra que cada barandillo del palangre chileno conforma una unidad compleja, donde los anzuelos del racimo actúan en conjunto, existiendo una fuerte interacción entre ellos, de manera que ellos NO son independientes. Este fenómeno ocurre en todos los racimos, independiente de la cantidad de anzuelos que lo conforman. La razón es muy simple, todos los reinales del racimo o pata nacen de un punto común y la distancia máxima entre dos anzuelos de un racimo no supera los 60 cm, dado que longitud de los reinales fluctúa entre 20 a 30 cm.

La ocurrencia de dos o más peces (bacalaos o fauna acompañante) en un barandillo es extremadamente baja ( $P[0,0005 - 0,0033]$ ), y la frecuencia de observada de peces por cachalotera, no se ajusta a la distribución de frecuencias esperadas (distribución binomial), para barandillos con 3, 6 y 10 anzuelos, lo cual refuta la hipótesis de independencia de los anzuelos.

Los resultados hechan por tierra el supuesto que los anzuelos de la cachalotera actúan de manera similar a los anzuelos del palangre español, y confirman lo indicado por Rubilar y Zuleta (2011[10], quienes objetaron el uso del número de anzuelos como unidad de esfuerzo en la cachalotera, argumentando que dada la conformación y disposición de los anzuelos en racimo difícilmente podrían ser independientes y que el barandillo en realidad constituye una unidad con un comportamiento complejo, no comparable al comportamiento de un anzuelo del espinel español.

La cachalotera es un Trotline modificado, de modo que en aparejo de pesca la unidad de esfuerzo no es el número de anzuelos, sino otra. En CCAMLR, usan como unidad de esfuerzo del Trotline la longitud de la línea dado que los barandillos se encuentran a una distancia constante.

En definitiva, el experimento ha permitido corroborar la NO independencia de los anzuelos del racimo y por lo tanto insta a definir una medida adecuada del esfuerzo para la cachalotera. Nosostros estimamos que esta medida debiera considerar el número de cachaloteras caladas, la distancia entre ellas y el tiempo de reposo.

## **Rendimientos de pesca en relación con el número de anzuelos de la cachalotera.**

En relación con los rendimientos de pesca y el número de anzuelos del racimo, los resultados del experimento, indican que las cachaloteras con 10 anzuelos tienen rendimientos más altos que las cachaloteras con 3 y 6 anzuelos. Estas diferencias observadas gráficamente son estadísticamente significativas a un nivel de confianza de 0.05 solamente entre las cachaloteras con 3 y 10 anzuelos. En cambio, entre las cachaloteras con 10 y 6 anzuelos no se detectaron diferencias estadísticas, al igual que entre las cachaloteras con 3 y 6 anzuelos. Estos resultados NO sostienen la hipótesis nula  $H_0$  de igualdad de rendimientos en cachaloteras con distinto número de anzuelos y, definitivamente explican la preferencia y uso de cachaloteras con 6 a 10 anzuelos por los pescadores, el cual responde a las preferencias de cada empresa y en particular a preferencias individuales de cada patrón de pesca.

Si bien el número de anzuelos del racimo es un factor importante y en menor medida el tiempo de reposo para explicar los rendimientos; existe también una importante cantidad de varianza que no se explica por estos factores. Es posible que la profundidad y la topografía del fondo sean factores importantes al momento de explicar parte de esta varianza de los rendimientos de pesca.

# Capítulo 1

## Introducción

La pesca de investigación bacalao 2012 denominada "Monitoreo pesquería-dependiente de la abundancia del bacalao e interacción de los mamíferos con la pesca en el área licitada" (PIBAC-2012) buscó satisfacer parte de las necesidades prioritarias identificadas para esta pesquería por el Grupo de Trabajo del Bacalao (GT-BAC) del Comité Científico de Pesquerías de Aguas Profundas (CC-PAP) y la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA). Bajo esta perspectiva su ejecución estuvo orientada a aportar datos para mejorar el único índice de abundancia disponible para esta pesquería (CPUE), profundizar el estudio de la tasa de depredación e implementar el programa de marcaje a partir de junio de 2012 que está orientado no sólo a conocer la conectividad y tasas de mortalidad del stock chileno en la Unidad de Pesquería Licitada (UPL); sino también, a obtener datos que permitan mejorar las evaluaciones del stock en esta unidad de pesquería mediante el uso de modelos integrados tal como lo propone Polacheck et al., 2006[7] y Polacheck et al., 2010[8].

Este último enfoque ha sido adoptado por la Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR), donde la información generada a partir de los programas de marcaje es fundamental para la determinación del estado de los stocks a través de modelos integrados que hacen uso de esta información como CASAL (C++ algorithmic stock assessment laboratory) Bull et al.,2012.[2] .

La pesca de investigación 2012 en el bacalao de profundidad, autorizada por SUBPESCA mediante la Resolución Exenta No. 1503 de Subsecretaría de Pesca del 05 de junio de 2012, se enmarca dentro del Programa de Investigación Colaborativa entre la Agrupación de Operadores del Bacalao (AOBAC) y la Subsecretaría de Pesca de Chile.

CEPES, entidad responsable de la pesca de investigación ha encargado a Ecofish

S.A. realizar y materializar la ejecución de los objetivos del estudio, que en su componente medular implican la implementación del programa de marcaje, la realización de observación científica y muestreo biológico a bordo de los buques de pesca, la realización de un experimento destinado a medir el efecto del número de anzuelos del racimo en los rendimientos de pesca del palangre chileno, la organización y análisis de los datos generados, la elaboración de informes y la difusión de resultados a los interesados, especialmente al GT-BAC.

Este documento corresponde al informe final establecido en la Res. Ex. No. 1503 de Subsecretaría de Pesca del 05 de junio de 2012, e informa los resultados alcanzados en el desarrollo de la pesca de investigación al 30 de mayo del 2013. El presente documento está organizado en 5 capítulos: Introducción, Objetivos, Resultados, Discusión y Referencias bibliográficas más el Resumen Ejecutivo y Anexos.

# Capítulo 2

## Objetivos

### General

Innovar en los enfoques y protocolos de observación relacionados con el monitoreo del proceso de pesca, sus interacciones con el ecosistema y aspectos del ciclo vital de la pesquería del bacalao de profundidad en la UPL, complementando el monitoreo que realiza el Estado a través del sistema de observadores y proponer cambios al sistema que mejoren la calidad de los índices de abundancia, el conocimiento de la estructura del stock y el seguimiento del proceso reproductivo.

### Específicos

#### Objetivo 1

Implementar el programa de marcado de acuerdo con el diseño elaborado en la PIBAC-2011<sup>1</sup> (Rubilar et al., 2012[11]) encaminado a generar datos para: i) estimar la abundancia , ii) tasas de mortalidad y iii) aportar antecedentes sobre la estructura espacial de la población y el movimiento de los peces al interior de la UPL y con áreas vecinas.

#### Objetivo 2

Analizar los efectos en el poder de pesca de la cachalotera a través de: i) la independencia del comportamiento de los anzuelos, debido al diseño en racimo, ii) el número de anzuelos por cachalotera, y iii) la competencia por la carnada de otras

---

<sup>1</sup>PIBAC-2011: Pesca de Investigación Bacalao 2011

especies de la ictiofauna presentes en los caladeros de pesca.

### **Objetivo 3**

Analizar la variación espacial y temporal de la fecundidad y ojiva de madurez en al área de desove de Tierra del Fuego.

# Capítulo 3

## Materiales y métodos

### 3.1. Marco del estudio

#### 3.1.1. Área

El área de estudio comprendió la UPL, definida en las aguas marítimas jurisdiccionales comprendidas entre el paralelo 47°S y el límite sur de la Zona Económica Exclusiva en la XII región, fuera de la línea de base recta y hasta el límite oeste de la Zona Económica Exclusiva Nacional. Para efectos de la recuperación de marcas derivadas del programa de marcado el área de interés se extendió a la ZEE chilena y áreas adyacentes en especial Argentina y Falkland Island.

#### 3.1.2. Período

El Programa de marcado y recaptura está diseñado para ejecutarse en 4 años o temporadas. No obstante, se tiene considerado una renovación anual sujeta a una evaluación previa de sus logros acompañado de una propuesta actualizada que contemple no sólo la continuidad del programa; sino también, la inclusión de nuevos objetivos con problemáticas de interés para el monitoreo de la pesquería. Para esta etapa o temporada denominada de implementación el estudio se extendió entre el 1 de junio de 2012 y el 30 de junio del 2013, ambas fechas inclusive.

Durante esta PI se operó de manera excepcional con un sólo buque, en el área y período de veda; es decir al sur de los 53°S y entre 1 de junio al 31 de agosto, con la finalidad de realizar marcaje de peces en esa área y período como también no interrumpir las series temporales de datos y muestras recolectadas, orientadas principalmente al monitoreo del proceso reproductivo.

### **3.1.3. Participantes**

En esta pesca de investigación participaron todos los buques de las empresas Pesca Chile S.A., Globalpesca SpA. y Pesca Cisne S.A., que conforman la flota que operan regularmente en la pesquería del bacalao. No obstante, tal como lo mencionamos anteriormente, en el período y área de veda operó sólo un buque, los demás lo hicieron fuera de dicha área y periodo.

## **3.2. Objetivo 1. Implementación del programa de marcado.**

El programa de marcado y recuperación fue implementado por etapas de acuerdo con el *Diseño del Programa* (Anexo 1 de la Propuesta Técnica), las cuales se ordenan secuencialmente de la siguiente manera: 1) Preparación previa, 2) Implementación del marcado y recuperación de marcas y 3) Evaluación de la implementación del marcado y recuperación, tal como se muestra en la Figura 3.1

### **3.2.1. Preparación previa**

La etapa de preparación previa fue realizada durante el primer semestre del año 2012, y comenzó una vez presentada la propuesta de pesca de investigación a SUBPESCA. Para ser más precisos esta en abril del 2012 y con mayor intensidad durante mayo. En esta etapa se logró la conformación del equipo de trabajo, la selección, contratación y capacitación de 3 observadores para iniciar el proceso, asimismo se procedió a la adquisición de marcas y equipos necesarios para la ejecución del programa de marcaje.

Una de las primeras actividades ocurridas en esta etapa fue la presentación formal del programa al GT-BAC del Comité Científico del bacalao (CC-BAC), el cual valoró esta iniciativa y la consideró de vital importancia para el manejo de la pesquería. El lanzamiento oficial del programa de marcaje ocurrió el 19 de octubre de 2012, cuando en una ceremonia llevada a cabo en el Instituto Antártico Chileno (Punta Arenas), se dio el vamos de manera oficial al programa con la presencia de SUBPESCA, de los Operadores del Bacalao, autoridades locales, IFOP y los ejecutores de la pesca de investigación. En esta reunión también se resaltó la importancia del programa de marcaje para el manejo en esta pesquería y SUBPESCA a través del señor Max Alarma, jefe del Departamento de Pesquería a nombre del señor Subsecretario de Pesca, dió su apoyo al programa.

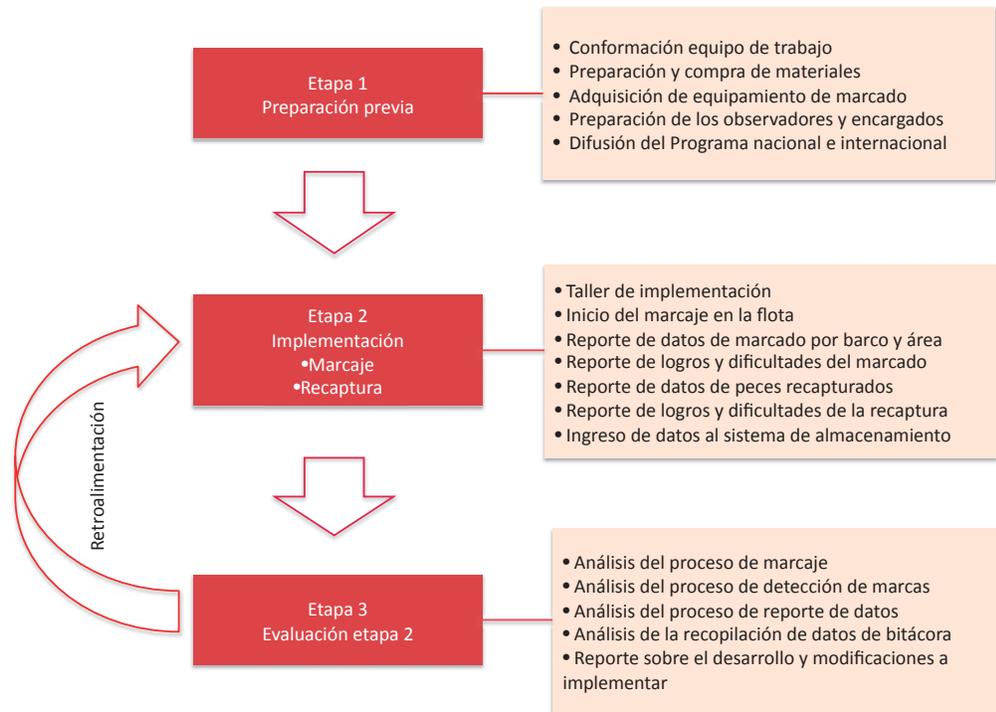


Figura 3.1: Etapas del subprograma de implementación del marcado y recaptura.

Los aspectos operativos fueron previamente acordados con los OBAC, en especial aquellos inherentes al número mínimo y tamaños de los peces a marcar, el compromiso de la industria y la tripulación de los buques en el proceso de marcado y reporte de marcas.

### Equipo trabajo

El equipo de trabajo base quedó conformado de la siguiente manera:

Nombre	Título	Institución	Función y/o participación
Alejandro Zuleta V.	Biólogo Marino	CEPES	Supervisión general
Carlos Moreno M.	Dr. en Ciencias	Ecofish	Dirección científica y supervisión
Pedro Rubilar M.	Biólogo Marino	Ecofish	Ejecución de la PI, análisis e informes y terreno
Cesar Barrales A.	Est. Biología Marina	Ecofish	Observación científica
Carlos Arias M.	Est. Biología Marina	Ecofish	Observación científica
Fernando Goyeneche R.	Biólogo Marino	Ecofish	Observación científica
Carlos Alarcón A.	Est. Biología Marina	Ecofish	Observación científica
Jorge Gómez M.	Biologo Marino	Ecofish	Observación científica
Juan González C.	Informático	CEPES	Base datos
Rommy Delgado F.	Digitadora	CEPES	Digitación datos

Adicionalmente, en cada uno de los buques operativos que capturaron bacalao en la UPL entre Junio de 2012 y mayo de 2013, la industria designó 2 personas por buque para realizar marcaje, más una persona encargada del reporte y recolección de los datos y marcas. Así, el primer y segundo contramaestre de factoría de cada barco fueron capacitados para llevar adelante el marcaje y, el reporte, recolección de datos y marcas fue encargada al capitán del buque. La capacitación de estas personas fue llevada a cabo por el equipo de trabajo en terreno encabezado por el biólogo marino P. Rubilar y de manera complementaria los observadores científicos realizaron dicha tarea en los buques donde se embarcaron.

Los materiales y equipos usados para implementación del de marcado-liberación y la recaptura de marcas fueron adquiridos en forma oportuna. Es así como se adquirieron 3000 marcas Hallprint TBA-2 T de 70 mm de color rojo cuyo diseño lleva impreso el nombre del programa, el número de serie y su lugar de envío.

### **3.2.2. Implementación de los subprogramas de marcado y recuperación de marcas**

La metodología de implementación del marcado y recuperación de marcas se realizó de acuerdo con el diseño del programa y siguiendo el protocolo de marcado y recaptura, indicados en la propuesta técnica de la presente PI y en el informe final de la pesca de investigación 2011 (Rubilar et al., 2012[11]), por lo cual no la consignamos en este documento. Detalles de ajustes metodológicos en la implementación del diseño y aplicación de protocolos son dados a conocer en la sección resultados.

### **3.3. Objetivo 2. Analizar los efectos en el poder de pesca de la cachalotera en relación con la independencia de los anzuelos y el número de anzuelos del racimo.**

Cada barandillo del palangre chileno o cachalotera, según Rubilar et al., (2012)[11], conforma una unidad compleja con un poder de pesca mayor, no comparable a los anzuelos unitarios del palangre español. Los antecedentes disponibles indican que el palangre chileno, presenta un desempeño mayor que el palangre español, especialmente a bajas densidades (Leal y Rubilar, 2008[4], Brown et al., 2010[1]), debido a que: 1) el racimo de anzuelos cebados genera una pluma de atracción mayor sobre el ensambles de peces concurrentes en el lugar de calado, 2) presenta una capacidad mayor para retener los peces enganchados y 3) tiene capacidad para mitigar el efecto depredatorio de orcas y cachalotes sobre los peces capturados.

Datos provenientes de las pesca de investigación 2010, 2011, la pesca de investigación actual (PIBAC 2012) y del monitoreo llevado a cabo por CEPES indican que en el palangre chileno se usan 4 a 10 anzuelos por barandillo, dispuestos en uno o dos racimos o patas (Rubilar y Zuleta, 2011[10], Rubilar et al., 2012[11]). El uso de diferentes cantidades de anzuelos por racimo o más de un racimo por barandillo no ha sido considerado importante en los análisis pesqueros. Para los pescadores constituyen preferencias y/o alternativas para aumentar las capturas cuando se requieren, bajo la lógica simple y directa que racimos con una mayor cantidad de anzuelos cebados producirían mayores captura. Este supuesto tácito no ha sido probado, al igual que la equivalencia o no del poder de pesca entre aparejos con distinto número de anzuelos en el racimo. El número de anzuelos por barandillo también constituye una alternativa para regular la disponibilidad de carnada durante la marea.

Otro supuesto, los analistas de la pesquería chilena de bacalao han considerado que los anzuelos del palangre chileno actúan de manera independiente, siendo su comportamiento similar a los anzuelos del palangre español. Rubilar y Zuleta (2011[10]) objetaron el uso del número de anzuelos como unidad de esfuerzo en la cachalotera o palangre chileno, argumentando que los anzuelos del racimo en este aparejo de pesca actúan unidos como una unidad compleja e indican que el barandillo conforma una unidad, donde los anzuelos dada su disposición en racimo y la longitud del reinal, el supuesto de independencia de los anzuelos en este aparejo de pesca es dudoso. En la CCAMLR, en pesquerías que usan *Trotline*, un aparejo de pesca cuyo diseño y disposición de los anzuelos en los barandillos es similar al palangre chileno, la unidad de esfuerzo usada es la longitud de la línea, y no el número de anzuelos.

La competencia de la ictiofauna (especie objetivo+ fauna acompañante) por la carnada, en un aparejo de pesca como el palangre chileno que tiene una probabilidad de saturación mayor que el espinel español, es un factor que históricamente no se ha considerado a pesar de ser un componente importante a tener en cuenta para generar e interpretar adecuadamente los rendimientos de pesca (Rothschild 1967[9], Skud 1972[12], Skud 1975[13], Skud and Hamdley, 1978[14]). Una fauna acompañante competitiva podría llegar a saturar rápidamente las posibilidades de captura disponibles, más aún si el racimo de anzuelos ejerce una atracción fuerte sobre ella.

Datos preliminares obtenidos por observadores en la PIBAC 2011, señalan que la ocurrencia de dos o más peces por cachalotera, sean estos de la especie objetivo o fauna acompañante, es extremadamente baja, lo cual apunta en sentido opuesto a una presunta independencia de los anzuelos del racimo.

Para alcanzar este objetivo se realizó un experimento que estuvo dirigido a analizar los tres aspectos antes mencionados y que han llamado la atención en el desempeño del palangre chileno, nos referimos a: 1) el efecto del número de anzuelos del racimo, 2) la independencia de los anzuelos y 3) la competencia por las carnadas.

### **3.3.1. Aproximación experimental**

Entre el 12 de junio y 25 de agosto de 2012, se realizaron dos experimentos independientes en el BF Globalpesca I y Globalpesca II, respectivamente. El diseño experimental fue similar en ambos casos y se detalla a continuación.

#### **Diseño experimental**

Correspondió a un diseño por bloques completamente aleatorizado (Tabla 3.1), donde el factor principal correspondió a la cachalotera con tres tratamientos determinados por el número de anzuelos del racimo (racimos de 3, 6 y 10 anzuelos). La variable bloque fue el período de tiempo y en ambos casos se usaron tres bloques o períodos de tiempo entre junio y agosto del 2012, tal como se indica en la Tabla 3.1.

Cada cacea experimental consistió de una línea en la que intercalaron de manera aleatoria y contigua 3 secciones de igual número de barandillos separados a una distancia similar (Figura 3.2). Cada sección estuvo constituida por barandillos con racimos de 3, 6 ó 10 anzuelos, respectivamente. En cada bloque o período se ejecu-

taron 6 lances experimentales correspondiente al número de permutaciones posibles. El orden de calado de las permutaciones fue al azar y el calado se hizo siguiendo el orden de la permutación, tal como se indica en la Tabla 3.1, con la finalidad de minimizar al máximo las diferencias que se producen en los tiempos de reposo y en las condiciones del fondo de pesca. El virado de la línea se realizó desde la última baliza (esto implica que se izaron primero las últimas cachaloteras caladas), salvo algunas excepciones donde esta norma no pudo ser ejecutada.

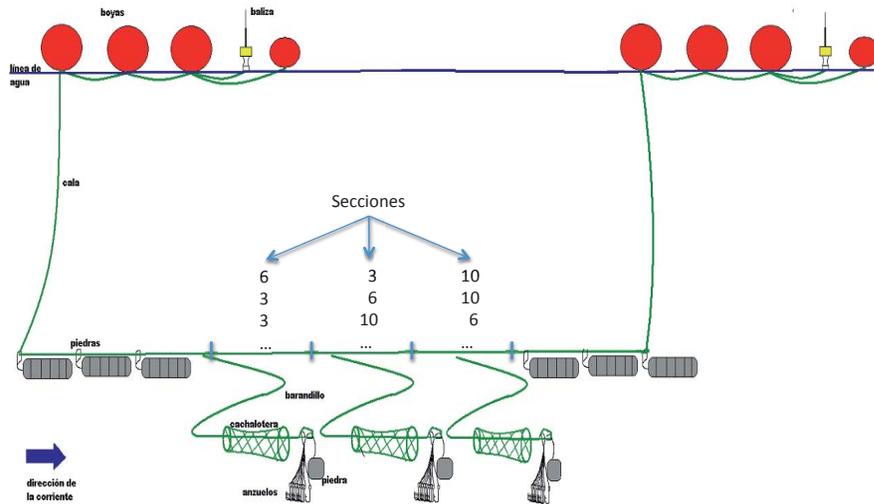


Figura 3.2: Unidad experimental y aleatorización para estudiar el efecto del número de anzuelos del racimo sobre los rendimientos de pesca, la independencia de los anzuelos y la competencia por la carnada en el palangre chileno.

El BF Globalpesca I trabajó con secciones de 200 cachaloteras, cuya separación entre barandillos fue de 20 m y el Globalpesca II lo hizo con secciones de 240 cachaloteras y con separación entre barandillos de 10 m. Las diferencias obedecieron simplemente a opciones solicitadas por los patrones de pesca y que no alteran el sentido del experimento, ya que ambas naves operaron independientemente e incluso en áreas diferentes. En el caso del Globalpesca I los lances experimentales fueron hechos al sur del Estrecho de Magallanes y en el caso del Globalpesca II los hizo todos al norte de éste (Figura 4.1).

La variable dependiente es la captura (número de peces de la especie objetivo o bien de la especie objetivo + fauna acompañante por cada barandillo), el factor a medir sus efectos fue el RACIMO con 3 tratamientos (racimo de 3, 6 y 10 anzuelos). La

Tabla 3.1: *Diseño experimental para estudiar el efecto del número de anzuelos del racimo sobre los rendimientos de pesca, la independencia de los anzuelos y la competencia por las carnadas en el palangre chileno. GP1: Globalpesca I, GP2: Globalpesca II.*

Variable Bloque (Período)	Réplicas	Factor: Racimo (Permutaciones)
GP1 : 13 al 27 Junio GP2 : 15 de junio al 08 julio	1	6 - 3 - 10
	2	3 - 6 - 10
	3	3 - 10 - 6
	4	6 - 10 - 3
	5	10 - 3 - 6
	6	10 - 6 - 3
GP1 : 03 al 23 Julio GP2 : 10 al 16 de julio	1	6 - 10 - 3
	2	3 - 6 - 10
	3	10 - 3 - 6
	4	10 - 6 - 3
	5	3 - 10 - 6
	6	6 - 3 - 10
GP1 : 26 julio al 02 Agosto GP2 : 17 al 29 julio	1	3 - 10 - 6
	2	10 - 6 - 3
	3	6 - 3 - 10
	4	6 - 10 - 3
	5	3 - 6 - 10
	6	10 - 3 - 6

variable bloque fue el PERIODO con 3 bloques , y la unidad experimental fue un conjunto de “n barandillos” por tratamiento dispuestos en la línea o cacea experimental. Es decir, cada cacea experimental estuvo compuesta con 3 secciones de igual tamaño (n barandillos) y cada una de ellas con un tratamiento diferente.

En cada lance experimental se registraron los siguientes datos:

1. El número de peces de la especie objetivo y fauna acompañante por barandillo y la sección de acuerdo con el protocolo. Es decir, la captura en número por barandillo y tratamiento.
2. El registro del tiempo de reposo por cada una de las lances o caceas experimentales caladas.
3. La secuencia de calado y virado

4. La posición geográfica del calado y virado,
5. Tiempo reposo
6. Otras variables del formulario de bitácora, que son necesarias para completar la data del experimento.

### 3.3.2. Análisis de la independencia de los anzuelos

Para abordar el tema de la independencia de los anzuelos se usó una aproximación empírica-analítica. La aproximación empírica hizo uso de tablas de frecuencias, probabilidades simples y condicionales. La aproximación analítica hizo uso de la distribución binomial para probar la independencia de los anzuelos de la cachalotera.

El enganche de un pez en un anzuelo cebado de la cachalotera tiene dos resultados posibles *éxito* o *fracaso*, es decir es un experimento Bernoulli. Si  $X$  es una variable aleatoria discreta que mide el número de éxitos, entonces  $X$  presenta una distribución de probabilidades Bernoulli dada por :

$$P_X(x) = p^x(1 - p)^{1-x}\mathbf{I}(X)_{0,1} \quad (3.1)$$

Donde:  $p$  la probabilidad de éxito de que un pez quede enganchado en un anzuelo y  $q = 1 - p$  la probabilidad de fracaso (anzuelo sin pez).

Si  $n$  variables aleatorias Bernoulli  $X_1, X_2, \dots, X_n$  son independientes e idénticamente distribuidas y cada una tiene probabilidad de éxito  $p$ , entonces se dice que las  $X_1, X_2, \dots, X_n$  son  $n$  pruebas Bernoulli con parámetro  $p$ . Si  $Y$  es una variable discreta definida como  $Y = \sum_{i=1}^n X_i$ , es decir el número de enganches exitosos de un pez en un anzuelo en  $n$  ensayos, su distribución de probabilidad es binomial y está dada por

$$P_Y(y) = \binom{n}{y} p^y(1 - p)^{n-y}\mathbf{I}(y)_{0,1,2,\dots,n} \quad (3.2)$$

Luego, si los anzuelos de la cachalotera son *independientes*, entonces el número de peces capturados por una cachalotera sigue una distribución binomial.

Hipotesis

- $H_0$  : Distribución empírica de los peces capturados por la cachalotera sigue una distribución binomial, es decir:  $Y \sim Bi(n, p)$
- $H_1$  : Distribución empírica de los peces capturados por la cachalotera NO sigue una distribución binomial, es decir:  $Y \not\sim Bi(n, p)$

Finalmente, para probar la independencia de los anzuelos de la cachalotera equivale a probar las hipótesis antes indicadas. Mediante una prueba de bondad de ajuste se trata de decidir si las frecuencias observadas (O) se ajustan a las frecuencias esperadas (E) de la distribución binomial. Para comprobarlo usamos el estadístico de contraste *Chi-cuadrado* con  $K - 1$  grados de libertad:

$$\chi^2 = \sum_{i=0}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (3.3)$$

Criterio: si  $\chi_{calc}^2 > \chi_{1-\alpha, k-1}^2$  debemos señalar que los datos no se ajustan a una distribución binomial y por ende los anzuelos del racimo de la cachalotera no serían independientes.

### 3.3.3. Análisis de los rendimientos y poder de pesca del racimo

Los rendimientos de pesca de cachaloteras con 3, 6 y 10 anzuelos en el racimo fueron analizados mediante modelos lineales con efectos fijos y modelos lineales con efectos mixtos. Los modelos mixtos se usan cuando los datos tienen algún tipo de estructura jerárquica o agrupación como los diseños de medidas repetidas, series temporales, diseños anidados o por bloques aleatorizados. Estos modelos permiten tener coeficientes fijos (aquellos cuyos niveles son de interés y especificados por el investigador) y aleatorios (aquellos cuyos niveles son sólo una muestra de todos los posibles niveles de la población en estudio) y varios términos de error.

#### 1. Modelo de efectos fijos

Sea la variable respuesta, la captura en número  $Y$ , que depende del factor de interés número de anzuelos por racimo  $\alpha$  y de la variable bloque (período de tiempo)  $\beta$ . Si ambos factores explicativos se consideran fijos, el modelo de análisis queda formulado de la siguiente manera:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ijk} \quad (3.4)$$

$$\epsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$$

## 2. Modelo de efectos mixtos

Sea la variable respuesta, la captura en número  $Y$ , que depende del factor de interés número de anzuelos por racimo  $\alpha$  y de la variable bloque (período de tiempo)  $\beta$ . Dado que el número de anzuelos por racimo es un tratamiento experimental, entonces es un factor de efecto fijo y, sea el bloque un efecto aleatorio, el modelo de análisis queda formulado de la siguiente manera:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ijk} \quad (3.5)$$

$$\beta_j \sim N(0, \sigma_\beta^2)$$

$$\epsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$$

donde:

- $Y_{ijk}$  : Captura en la  $k$ -ésima repetición en el  $j$ -ésimo bloque del  $i$ -ésimo tratamiento
- $\mu$  : Efecto medio global
- $\alpha_i$  : Efecto sobre la media causado por el nivel  $i$  del factor tratamiento
- $\beta_j$  : Efecto sobre la media causado por el nivel  $j$  del bloque
- $\epsilon_{ijk}$  : Error

Supuestos:

- Normalidad :  $\epsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$ .
- Homocedasticidad :  $V(y_{ijk}) = \sigma^2$  o equivalente a  $V(\epsilon_{ijk}) = \sigma^2$ .
- Independencia :  $\epsilon_{ijk}$  son independientes entre si.
- Linealidad :  $E(\epsilon_{ijk}) = 0$ . Equivalente a  $E(Y_{ijk}) = \mu + \alpha_i + \beta_j$

## 3. Hipótesis

Observaciones realizadas en terreno indican que los pescadores tienden a usar cachaloteras con más anzuelos porque en su opinión existe una relación positiva entre el número de anzuelos y las capturas. Esta afirmación dió origen a las siguientes

hipótesis, las cuales vamos a contrastar y para lo cual se realizó el experimento anteriormente descrito.

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$  versus  $H_1$ : Al menos una  $\alpha_i$  difiere del resto.

### **3.4. Objetivo 3. Recolección de muestras**

En esta pesca de investigación se propuso realizar la colecta de muestras biológicas (gónadas, otolitos, etc), pero no su análisis. La idea que yace detrás de esta iniciativa es ir conformando un “banco de muestras” que permita analizarlas en el futuro, dado la oportunidad que ofrecen los embarques en las Pesca de Investigación, más no siempre el presupuesto de ellas permiten financiar su análisis Comenzando con esta iniciativa en la presente PI, se colectaron muestras de gónadas, otolitos y peces vivos para la Universidad de Magallanes.

#### **3.4.1. Muestreo gónadas para análisis indicadores reproductivos.**

Durante el muestreo biológico, además de tomar todas las medidas relacionadas al tamaño, peso, sexo y condición de madurez consignadas en el formulario correspondiente, se procedió a recolectar tejido gonádico de hembras de bacalao de profundidad que permitan estimar la fecundidad y la sincronía temporal y espacial del proceso en la UPL. Para la colecta de las citadas muestras se siguió en protocolo indicado en el Capítulo 7 del *Instructivo para la colecta de datos y muestras de la PIBAC 2012*.

#### **3.4.2. Colecta otolitos especiales para microquímica.**

Al igual que en el caso de las gónada, durante el muestreo de biológico, cuando se hace un muestreo más exhaustivo de los peces consistente en tomar varias medidas relacionadas al tamaño, peso, sexo y condición de madurez entre otras, se procedió a recolectar muestras de otolitos sagitas de bacalao de profundidad con la finalidad de proveer muestras para el analisis de microquímica de otolitos y complementar el análisis iniciado en la PIBAC 2010. Para la obtención de estas muestras se siguió el protocolo de Colecta de otolitos indicado en el Capítulo 8 del *Instructivo para la colecta de datos y muestras de la PIBAC 2012*.

### **3.4.3. Peces vivos**

Bajo el consentimiento de la industria y el trabajo de los observadores a bordo esta Pesca de Investigación se comprometió, en apoyo a la Universidad de Magallanes, traer ejemplares vivos de Bacalao de profundidades desde las zonas de pesca para conformar un stock de reproductores en el marco del desarrollo del proyecto Proyecto Fondef DA091/1002 de la Universidad de Magallanes cuyo fin principal es generar las capacidades tecnológicas (peces, recursos humanos e infraestructura) en la patagonia que permita establecer las bases para el cultivo del bacalao de profundidad. Para ello los observadores, siguieron el protocolo de captura, manipulación, mantención y traslado de los ejemplares vivos proporcionado por la Universidad de Magallanes.

# Capítulo 4

## Resultados

### 4.1. Embarques y recolecta de datos

En el marco de la pesca de investigación del bacalao 2012 (PIBAC-2012) se realizaron siete embarques de observadores entre el 09 de junio de 2012 y el 02 de junio de 2013, tal como se muestra en la Tabla 4.1. Los embarques en cuestión se efectuaron en 5 buques de las tres empresas que conforman la Asociación de Operadores del bacalao.

Tabla 4.1: *Embarques de observación científica realizados en el desarrollo de la PIBAC 2012.*

Embarque	Barco	Observador	Marea	Zarpe	Recalada
1	Globalpesca I	C. Barrales	2	09-jun-12	20-ago-12
2	Globalpesca II	C. Arias	2	10-jun-12	27-ago-12
3	Globalpesca I	C. Barrales	3	28-ago-12	27-dic-12
4	Pto. Williams	F. Goyeneche	5	15-sep-12	02-dic-12
5	Pto. Ballena	C. Alarcón	5	10-dic-12	04-feb-13
6	Globalpesca I	J. Gómez	1	10-ene-13	02-jun-13
7	Cisne Blanco	C. Alarcón	1	03-mar-13	27-may-13

### Recolección de datos y muestras

En la Tabla 4.2 se entrega una síntesis de las observaciones, muestras recolectadas y número de peces marcados y liberados en los siete embarques realizados. En general la cantidad de peces marcados y liberados, las observaciones relacionadas con la interacción de mamíferos con la pesca, el conteo de mamíferos y de grandes alba-

tros en torno de los buques de pesca, el conteo y medición de restos producto de la depredación, el muestreo de tallas y el muestreo biológico estuvieron dentro de lo presupuestado inicialmente, por lo cual se consideran satisfactorios.

En el caso del muestreo de tallas se midieron 10.613 peces equivalentes a un 17,2 % del total capturado, y en el caso del muestreo biológico se midieron 6.089 pces equivalentes al 9,9 % del total capturado. También se realizó conteo de mamíferos en 278 de los 965 lances y conteo de peces por cachalotera en 216 lances.

El experimento destinado al análisis del poder de pesca de cachalotera en función del número de anzuelos del racimo y de la independencia de los anzuelos fue realizado de manera exitosa, entre 12 de junio y 04 de agosto del 2012, ejecutándose un total de 36 lances experimentales, tal como estaba diseñado.

El número de muestras recolectadas alcanzó a 119 muestras de ovarios, 963 pares de otolitos sagita sin contacto de metal y dos muestras de ovocitos fecundados in vitro de bacalao de profundidad. También se recolectaron 225 pares de otolitos de granaderos.

Adicionalmente, la pesca de investigación sigue cooperando con el Proyecto Fondef DA091/1002 de la Universidad de Magallanes cuyo fin principal es generar las capacidades tecnológicas (peces, recursos humanos e infraestructura) en la patagonia que permita establecer las bases para el cultivo del bacalao de profundidad. En esta ocasión se trajeron 18 peces, de los cuales llegaron 14 vivos a Punta Arenas, siendo recibidos y trasladados inmediatamente al Centro de Cultivo de Bahía Laredo, donde se mantienen y acondicionan para conformar un stock de reproductores. Actualmente, han sobrevivido dos ejemplares los caules llevan más de 299 días en cautiverio.

Tabla 4.2: *Resumen de datos, observaciones y muestras recolectadas en los 7 embarques realizados en la Pesca de Investigación Bacalao 2012 (junio de 2012 a mayo de 2013).*

Item	Embarque							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Observador	C. Barrales	C. Arias	C.Barrales	F. Goyeneche	C. Alarcón	J. Gómez	C. Alarcón	
Buque	Globalpesca I	Globalpesca II	Globalpesca I	Pto.Williams	Pto. Ballena	Globalpesca I	C.Blanco	
Fecha inicio pesca	12 jun 12	14 jun 12	02 sep 12	16 sep 12	11 dic 12	13 ene 13	02 mar 13	
Fecha fin pesca	22 ago 12	25 ago 12	16 dic 12	28 nov 12	30 ene 13	30 may 13	19 may13	
Lances ejecutados	113	99	157	148	103	183	162	965
Producción (kg)	49.949	34.779	103.420	44.378	30.836	125.191	51.897	440.393
Captura (kg)	71.355	49.386	124.037	63.017	43.87	1177.771	73.822	625.359
Captura (N°)	6.545	5.082	10.782	10.649	7.016	13.852	7.805	61.641
Factor conversión barco	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	
Muestreo biológico								
Lances muestreados	25	22	36	42	28	54	28	235
Peces muestreados	665	387	1.031	1.002	671	1.582	751	6.089
Muestreo de tallas								
Lances muestreados	25	20	36	42	24	54	28	229
Peces muestreados	1.202	609	2.065	1.241	1.288	2.8642	1.344	10.613
Conteo y medición restos								
Restos contados	210	58	212	74	32	216	66	868
Restos medidos	210	46	212	74	32	212	61	847
Conteo de albatros								
Lances muestreados	45	31	76	42	29	47	20	290
Fotos de albatros	-	150	-	-	-	-	-	150
Conteo de mamíferos								
Lances muestreados	45	31	55	29	29	47	42	261
Fotos orcas	30	0	30	13	45	362	221	701
Fotos cachalotes	25	20	85	80	16	263	169	658
Peces por cachaloterías	30	0	50	28	25	47	36	216
Experimento anzuelos								
Lances experimentales	18	18	-	-	-	-	-	36
Marcaje y liberación								
Peces marcados	105	64	158	67	50	164	87	672
Muestras recolectadas								
Otolitos especiales	14	34	70	390	230	231	114	983
Gónadas			15	2	10	46	46	119
Huevos fecundados	2						2	
Otolitos granaderos				225				225
Peces vivos UMAG	5 (4 vivos)	3(2 vivos)	8 (6 vivos)	-	-	5(4 vivos)	-	18(14 vivos)

#### 4.1.1. Base de datos

Los datos recolectados durante este período fueron organizados en una BD relacional, cuyo diseño difiere de las anteriores debido a la incorporación del experimento de los anzuelos y el programa de marcaje. Al 30 de mayo del presente año, se han ingresado los datos generados en 5 de los 7 embarques y la información se encuentra disponible para comenzar su análisis. Los datos de los peces marcados y liberados fueron ingresados tanto a la BD de la pesca de investigación como a la BD del Programa de Marcaje administrada por CEPES.

## 4.2. Objetivo 1. Implementación del programa de mercado.

### 4.2.1. Difusión del programa de mercado

*Divulgación a través de afiches y tripticos.*

Para difundir el programa de marcaje a nivel nacional e internacional se confeccionó un afiche y un triptico informativo (Anexo 1), el cual fue repartido a todas las empresas que operan al sur de Puerto Montt, tanto en el bacalao como en los recursos de la Pesquería Demersal Austral. Asimismo el afiche fue entregado en las capititanías de puerto de : Punta Arenas, Puerto Chacabuco, Puerto Montt y Valdivia. Igualmente se hizo llegar ambos elementos de difusión al Servicio Nacional de Pesca (Punta Arenas, Pto, Chacabuco, Pto, Montt y Valdivia), al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y pescadores artesanales de la XIV y X región.

En el plano internacional el representante chileno ante el Comité Científico de la CCAMLR Dr. Javier Arata del Instituto Antártico Chileno y el Sr. Jefe de Proyecto A. Zuleta difundieron este programa en la CCAMLR. También se hizo llegar afiches informativos al Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) de Argentina y al Departamento de Pesquería de Falkland Island.

*Presentación del programa en el GT-BAC del Comité Científico de Aguas Profundas (CC-PAP)*

En la reunión del 22 de agosto de 2012 se informó al GT-BAC el inicio de las actividades de marcaje y liberación de peces en el marco del programa de mercado, lo cual fue bien recibida por sus miembros y también por la secretaria ejecutiva del GT-BAC. Se indicó que el marcaje comenzó en dos buques de la flota bacaladera y fue llevado a cabo por observadores científicos. También se informó que el siguiente paso era escalar el marcaje a la flota con una participación directa de la industria, lo cual implica llevar a cabo el plan de capacitación de tripulantes designados por cada empresa, con la finalidad que realicen el marcado y liberación cuando no haya observadores de CEPES a bordo.

En la reunión del GT-BAC ocurrida el 30 y 31 de octubre en Viña del Mar, se volvió a tocar el tema del programa de marcado. En esta ocasión quedó muy claro el interés que tienen los investigadores por el tipo de datos que proporcionaría el programa para sustentar la evaluación de stock. La importancia del programa de

marcado, si bien se encuentra ampliamente especificado en el diseño, se vió reforzado por los investigadores Juan Carlos Quiroz, Rodrigo Wiff y Alejandro Zuleta quienes asistieron a la reunión anual del WG-FSA<sup>1</sup> de la CCAMLR, donde se percataron de la importancia de los datos de marcaje en el manejo de los stocks de bacalao antártico y subantártico que en esa instancia se realizan.

Tal es la importancia de este tipo de datos en la CCAMLR que sólo aquellos stock en que dichos datos son incorporados a la evaluación vía modelos integrados como los señalados por Polacheck et al., 2006[7] y Polacheck et al., 2010[8], son considerados con la verosimilitud suficiente para establecer el estatus.

En el CC-BAC, nacional se recomendó formar un subgrupo de trabajo de marcaje, para hacer un seguimiento de los avances de este programa y hacer recomendaciones tendientes a lograr los objetivos propuestos. Es así como al interior del GT-BAC existe mucho interés por conocer mejor el programa de marcaje y generar los controles que permitan para garantizar el éxito del mismo. Lamentablemente, a la fecha esta iniciativa no ha ocurrido.

El 24 mayo del 2013 se informó al GT-BAC los avances y resultados de la PIBAC 2012 y en especial del programa de marcaje al 01 de mayo de 2013. Ver Anexo 2 para detalles. En dicha reunión los miembros del GT-BAC mostraron su preocupación ante una posible no continuidad del programa de marcado, ya que la pesca de investigación 2013, el único medio de viabilizar esta actividad, podría no ser posible debido a los requerimientos de la nueva Ley de Pesca.

#### *Lanzamiento Oficial del Programa*

El lanzamiento del programa nacional de marcado, una de las actividades desarrolladas en la difusión del programa de marcaje, se llevó a cabo el 19 de octubre en la sede Instituto Antártico Chileno en la ciudad de Punta Arenas (Ver Anexo 3). Asistieron a este lanzamiento representantes de la Subsecretaría de Pesca, del Instituto de Fomento Pesquero, del Consejo zonal de pesca de la XII región, Servicio Nacional de Pesca, Gobernación Marítima de Punta Arenas, Asociación de Operadores del Bacalao (AOBAC), Centro de Estudios Pesqueros S.A. y Ecofish Consultores S.A., entre otros invitados. Además hubo concurrencia de la prensa y televisión local.

En esta reunión el señor Max Alarma, Jefe del Departamento de Pesquería de SUB-PESCA, a nombre del señor Subsecretario de Pesca Pablo Galilea, resaltó la impor-

---

<sup>1</sup>WG-FSA: Working Group Fishery Stock Assessment

tancia del Programa de Marcaje en este recurso y comprometió el máximo apoyo de SUBPESCA. Asimismo, resaltó la importancia de las actividades de investigación que han llevado a cabo en esta pesquería bajo el alero del Programa de Investigación Colaborativa entre los AOBAC y SUBPESCA, y el buen destino que se les ha dado a las pescas de investigación bajo este marco.

#### **4.2.2. Desarrollo del marcaje**

De acuerdo con la propuesta técnica el marcaje comenzó el mes de junio de 2012, en dos buques de la flota bacaladera, el BF Globalpesca I y Globalpesca II, y fue realizado por los observadores señores César Barrales y Carlos Arias, respectivamente. Los dos primeros ejemplares marcados ocurrieron el 13 de junio del 2012 a bordo del BF Globalpesca I, en el área de Isla Diego Ramírez.

Entre junio del 2012 y 30 de mayo de 2013 se marcaron 1080 peces (Tabla 4.3). La mayor cantidad de peces marcados fue realizado por los buques Globalpesca I y Globalpesca II de Globalpesca Spa, en tercer lugar se ubica el BF Pto. Williams de Pesca Chile SA tal como se muestra en la Tabla 4.3.

La distribución geográfica de los peces marcados y liberados se muestra en la Figura 4.1, donde se observa que los marcajes se distribuyeron en toda la UPL, tal como se propuso en los TTR de la investigación; con una mayor concentración al sur del Estrecho de Magallanes, donde se han concentrado las actividades de pesca. La talla de los peces marcados estuvieron en un rango de 50 a 100 cm de longitud total con una clara concentración en el rango de los 60 a 80 cm Figura 4.1 lo cual estuvo de acuerdo con lo solicitado e indicado en el protocolo de marcado, para esta etapa.

Tabla 4.3: *Número de peces marcados por mes y barco entre junio de 2012 y mayo de 2013, en el marco de la Pesca de Investigación Bacalao 2012. El número de peces marcados es parcial.*

Barco	Empresa	Capacitación	No. peces Marcados	Tasa Marcaje
Globalpesca I	Globapesca Spa	SI	427	1,14
Globalpesca II	Globapesca Spa	Si	182	1,32
Globalpesca III	Globapesca Spa	SI	126	0,86
Pto. Williams	Pesca Chile SA	Si	118	1,19
Cisne Blanco	Pesca Cisne SA	SI	87	1,16
Pto. Ballena	Pesca Chile SA	SI	67	1,08
Cisne Verde	Pesca Cisne SA	SI	34	1,00
Pto. Toro	Pesca Chile SA	SI	27	0,47
Antarctic Bay	Ant.Sea Fish. SA	SI	-	-
Total			1080	

Tal como se indicó anteriormente el marcaje y liberación de peces se inició en los buques Globalpesca I y Globalpesca II, en junio de 2012. La implementación del marcaje en la flota fue llevado a cabo de manera paulatina porque se debió sincronizar con la operación de la flota (inicio-final de marea, cambio de especie objetivo, etc.). Por ejemplo, los buques de Pesca Cisne (Cisne Blanco y Cisne Verde), antes de su capacitación llevada a cabo en marzo, orientaron su esfuerzo de pesca a la captura de merluza del sur. En marzo de 2013 toda la flota operativa estuvo capacitada, iniciándose el marcaje en aquellos buques que no contaron con observador CEPES a bordo (Figura 4.2).

La tasa global de marcado alcanzó a  $1,03 \pm 0,27$  peces por tonelada de captura viva. Dicha tasa global supera levemente la cantidad 1 pez por cada tonelada de captura viva indicada en la propuesta técnica (Tabla 4.4).

A nivel del barco-marea la tasa de marcaje fue variable. La mayoría de los buques tuvieron tasa de marcado superior a la solicitada. Sólo dos buques, tuvieron tasa de marcado por marea menor a 1 pez /tonelada capturada. El Pto. Toro de Pesca Chile, el cual alcanzó durante la marea 1 del 2013 alcanzó a 0,47 peces por cada tonelada capturada, el Globalpesca III con una tasa de 0,85 en la marea 1 de 2013 y, el Globalpesca I, durante la marea 1 del 2013, con observador de CEPES a bordo tampoco alcanzó una tasa de marcado de 0,9; aún cuando en las mareas anteriores había tenido un desempeño notable. Según lo indicado por el observador hacia el

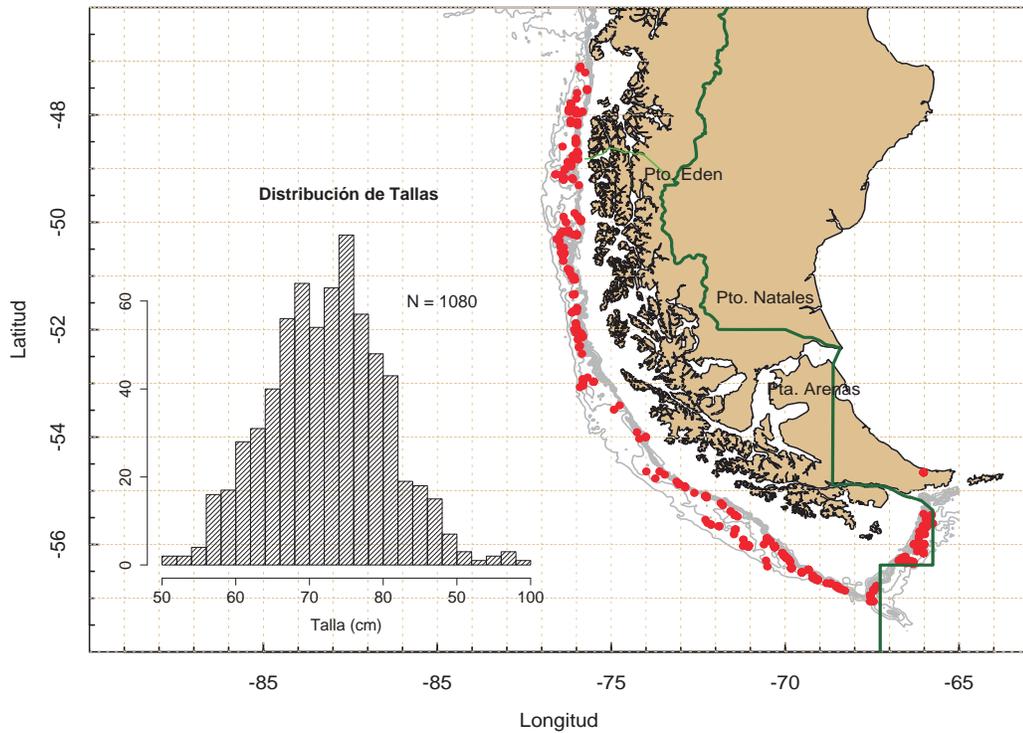


Figura 4.1: *Posición geográfica y distribución de talla de peces marcados y liberados entre el 12 de junio de 2012 y 30 mayo de 2013.*

final de la marea el patrón de pesca colocó obstáculos para la realización de esta tarea, impidiéndole marcar los peces necesarios para alcanzar la tasa solicitada.

Lograr las tasa de marcado solicitadas es una meta que necesita ser alcanzada en cada una de las mareas. Asimismo, las facilidades para que el observador y/o las personas encargadas a bordo del marcaje logren alcanzar las tasa de marcaje solicitadas deben ser otorgadas. Cualquier anomalía, dificultad o duda que impida alcanzar las metas debería ser dada a conocer de manera oportuna para buscar una solución adecuada.

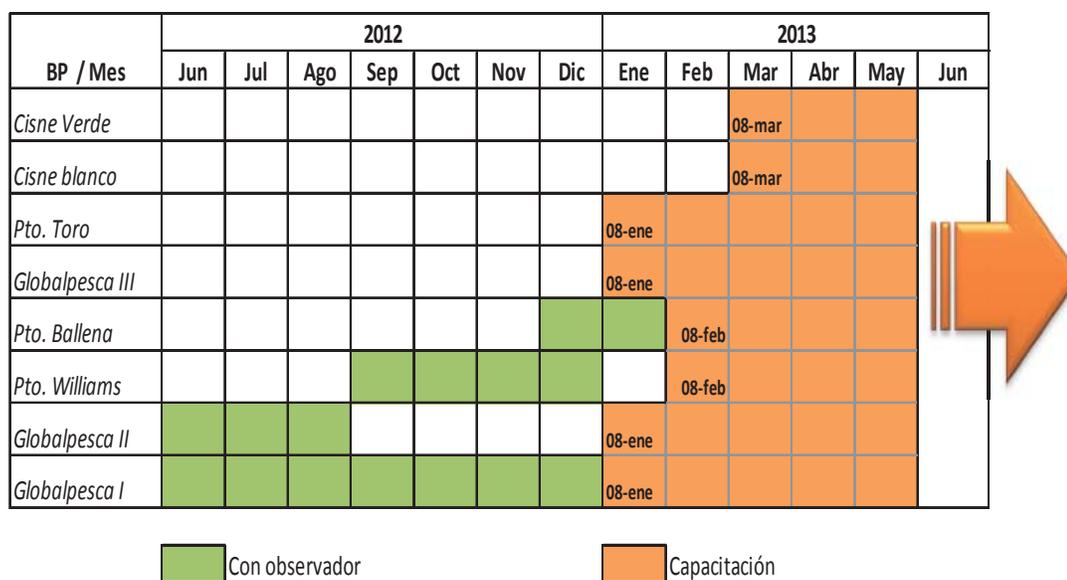


Figura 4.2: Cronograma de capacitación de la flota en el marcaje y recaptura del Bacalao de profundidad.

Tabla 4.4: Tasa de marcaje por barco-marea entre junio de 2012 y mayo de 2013, durante la Pesca de Investigación Bacalao 2012.

Buque	Marea	Fecha Zarpe	Fechaa Recalada	Peces marcados	Captura (kg)	Tasa marcado (peces/ton.captura)
Globalpesca I	02	09-jun-12	20-ago-12	105	73.169	1,44
	03	28-ago-12	27-dic-12	158	149.239	1,06
	01	10-ene-13	02-jun-13	164	177.771	0,90
Globalpesca II	02	10-jun-12	27-ago-12	64	50.281	1,28
	01	16-ene-13	02-jun-13	118	83.376	1,36
Globalpesca III	01	14-ene-13	02-jun-13	126	147.587	0,85
Pto. Williams	05	15-sep-12	02-dic-12	67	63.017	1,08
	02	24-feb-13	08-may-13	53	43.626	1,20
Pto. Ballena	05	10-dic-12	04-feb-13	50	43.787	1,14
	02	08-feb-13	03-abr-13	17	18.403	0,94
Pto. Toro	11	08-ene-13	07-feb-13	27	58.187	0,47
Cisne Blanco	01	03-mar-13	27-may-13	87	75.202	1,16
Cisne Verde	01	28-feb-13	20-may-13	34	34.428	1,00
Total					1.080	

### *Superposición de la estructura de tallas del mercado y la captura*

La superposición de la estructura de talla de la captura y de los peces marcados es otro aspecto a tener en cuenta, cuando los datos de marcaje se pretenden usar para evaluar el stock. Ziegler (2012[16]), al respecto advierte que un aspecto quizás más importante que el número de peces marcados es la superposición de la estructura de tallas (o bien de edades) de los peces marcados con la captura, indicando que sobreposiciones superiores al 60 % son recomendables.

Aplicando el algoritmo propuesto por Ziegler (2012[16]), la sobreposición alcanzada en esta etapa de implementación llega a un 45,6 %, indicando una adecuada cobertura de la fracción inmadura, no así de la fracción adulta (Figura 4.3). El programa en la etapa de implementación consideró enfocar el marcaje en peces bajo lo 100 cm de longitud total, atendiendo a que peces de estos tamaños llegan en mejor condición a bordo y también facilitan mucho su manipulación, asegurando así que los peces marcados y liberados tengan una tasa de sobrevivencia mayor hasta su recaptura.

Considerando lo recomendado por Ziegler (2012[16]) y teniendo presente que la finalidad última de los datos de marcaje en el manejo de la pesquería es apoyar la evaluación de stock, se hace necesario que en las próximas etapas se ejecuten acciones que permitan alcanzar una tasa de cobertura no menor al 60 %.

#### **4.2.3. Recaptura de marcas**

La tasa de recaptura de marcas alcanzó al 1 % en el periodo de la presente PI, la cual comparada con la reportada en Argentina es un poco menor. En el programa de marcado Argentino desde el 2004 al 2011 se habrían marcado 4913 peces y recapturado 68 ejemplares que da una tasa de recaptura del 1,30 % (Martínez y Wöehler, 2012[6]).

En Chile, a la fecha se ha reportado la captura 12 peces marcados, 11 de ellos en la Unidad de Pesquería Licitada, uno en la Unidad de Pesquería Artesanal y ninguno fuera de la ZEE chilena. Los tres primeros peces recapturados fueron marcados en julio de 2012 en el área de mercado Isla Diego Ramírez por el buque Globalpesca I. El cuarto pez recapturado fue marcado por el Pto. Williams el 18 de octubre de 2012 en la latitud 52°S y fue recapturado el 31 de Enero del 2013 inmediatamente al sur de los 58°S. Todos los peces recapturados, cuyos tamaños están bajo bajo los 100 cm de LT, exhiben hasta el momento un flujo neto de desplazamiento hacia norte (Figura 4.4) y, en la mayoría se observan tasas de crecimiento positivas (Figura 4.5). Sólo un pez marcado en las cercanía de Isla Diego Ramírez, el 06 de julio de 2012 por el Globalpesca I, fue recapturado por la lancha artesanal Matías Ignacio,

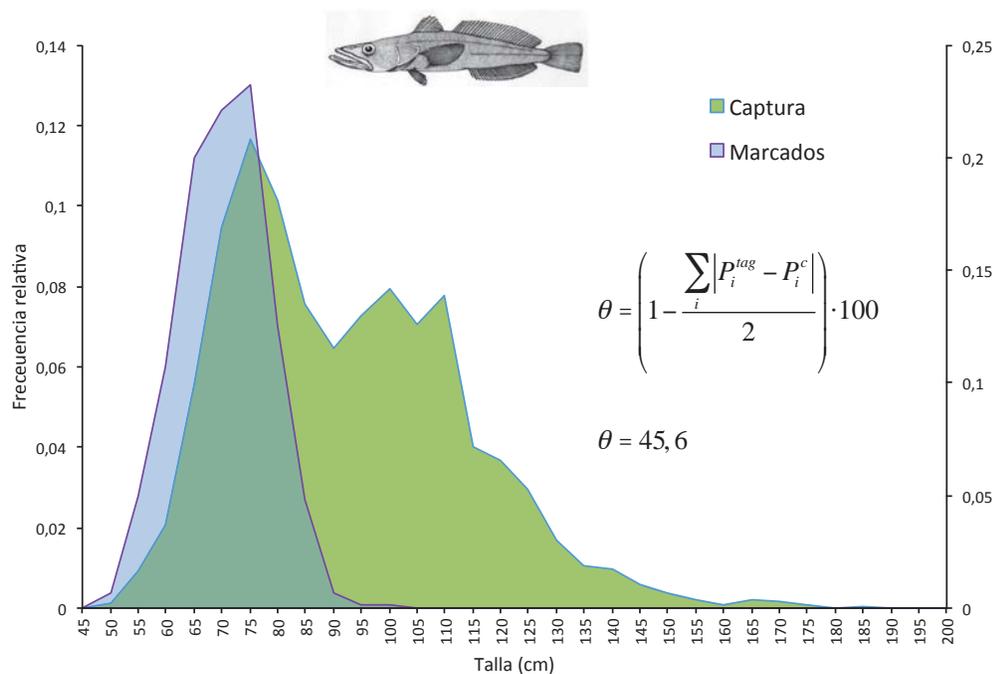


Figura 4.3: *Superposición ( $\theta$ ) de las estructuras de tallas de la captura y de los peces marcados.*

fuera de la Unidad de Pesquería Licitada, pero muy cercano a los 47°S. Hasta el momento no se han detectado desplazamientos hacia el sur, en especial hacia el área de reproducción en el periodo cuando este proceso se estima que está ocurriendo.

En otros lugares, donde se ha efectuado marcado, los peces se mueven poco permaneciendo la mayoría en las inmediaciones del lugar de marcado (Marlow et al., (2003[5]) en South Georgia; Williams et al., (2002[15]) en Heard Island). En Argentina, peces marcados a la altura de los 40°S fueron recapturados mayoritariamente en las mismas áreas donde fueron marcados (INIDEP (2009[3]), Figura 4.6). Esto parece señalar de manera preliminar que en Chile, a diferencia de otras localidades, habría un stock que se mueve a lo largo del talud continental esencialmente hacia el norte y, que los peces en Chile tienden una dinámica de desplazamiento mayor que

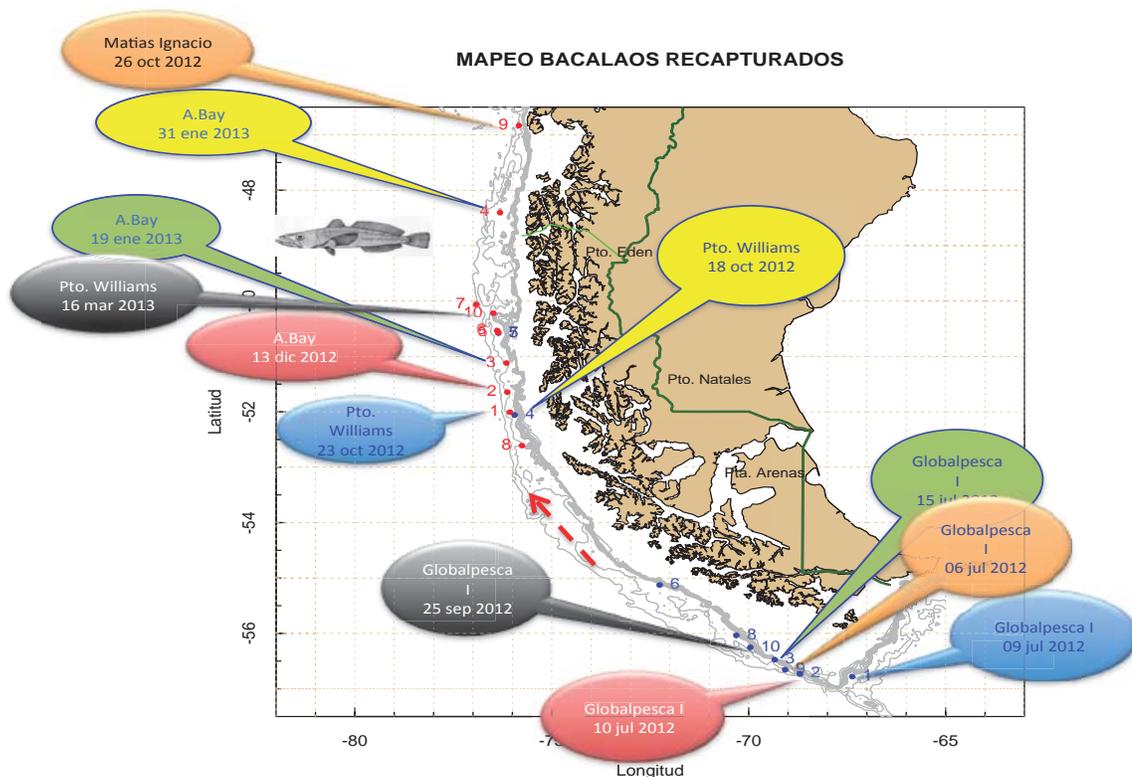


Figura 4.4: Posición geográfica de los peces recapturados en el programa chileno al 30 de mayo de 2013.

en South Georgia y Heard Island (Figura 4.7)

Finalmente, recordamos que el programa está usando 2 marcas por pez, y que en los peces recapturados se han recuperado las dos marcas, indicando que la pérdida de marcas no ha ocurrido. Por otro lado en los peces recapturados no se han observado mayores transtornos en su piel alrededor de las marcas, que puedan incidir de manera negativa en la supervivencia de los ejemplares marcados.

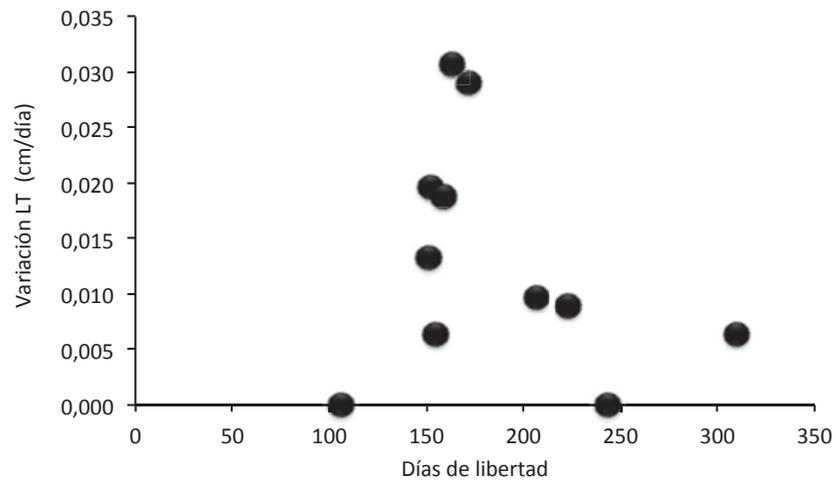


Figura 4.5: Tasa de crecimiento en talla de los peces marcados y recapturados en el programa chileno al 30 de mayo de 2013.

### 4.3. Objetivo 2. Analizar los efectos en el poder de pesca de la cachalotera en relación con la independencia de los anzuelos y el número de anzuelos del racimo.

#### 4.3.1. Resultados de la aproximación experimental

Entre el 12 de junio y 4 de agosto de 2012, los BF Globalpesca I y Globalpesca II ejecutaron 18 lances de pesca cada uno de acuerdo con el diseño experimental indicado en el punto 3.3.1, Tabla 3.1 de la metodología. En realidad se hicieron dos experimentos independientes, uno al norte del Estrecho de Magallanes y el otro al sur. El Globalpesca I realizó el experimento al sur del Estrecho de Magallanes, en cambio el Globalpesca II, lo hizo al norte de este límite (Figura 4.8).

Durante el experimento se observaron un total de 23.494 barandillos (10.714 en el Globalpesca I y 12.780 en el Globalpesca II) de las cuales sólo el 21,1% (4.961) pescaron 1 o más peces, tanto de la especie objetivo como de la fauna acompañante

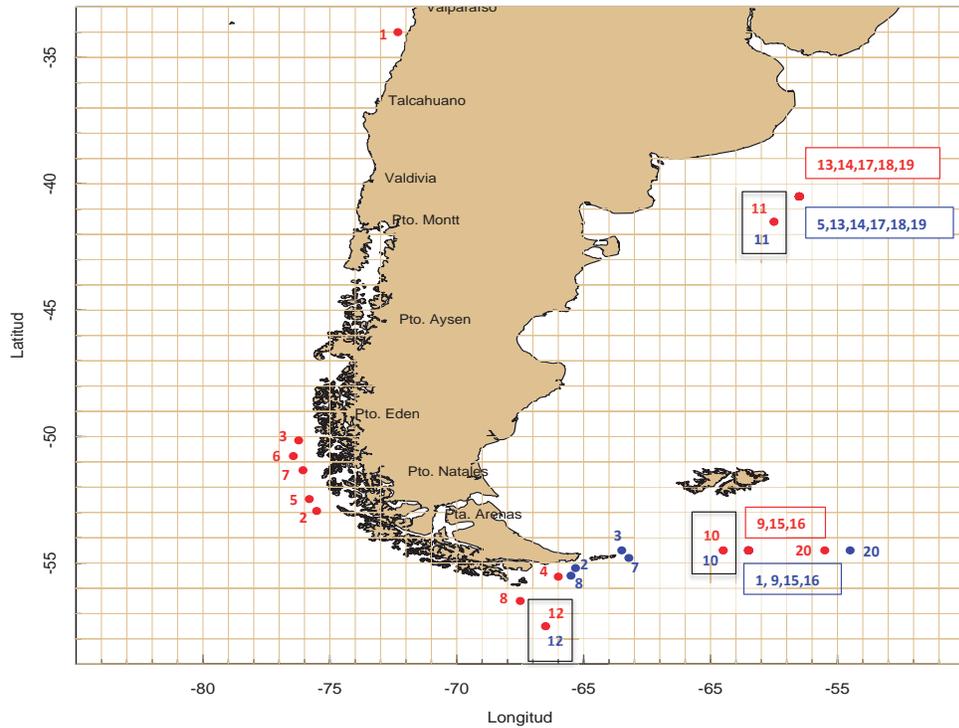


Figura 4.6: Posición geográfica de los peces marcados y recapturados por el programa Argentino entre agosto de 2004 y agosto de 2009 (Fuente INIDEP, 2009[3]) y recapturas de peces marcados en Argentina, realizados por la flota chilena en aguas Nacionales, reportadas al INIDEP por CEPES. El número identifica al pez, la viñeta de color azul la posición del marcado y la viñeta de color rojo la posición de la captura.

(Tabla 4.5). El 78.9% de las cachaloteras no trajeron capturas, lo cual indica que la disponibilidad de carnadas no fue una limitante para la captura, de manera que la proporción de peces es un indicador de la abundancia relativa entre especies. En la captura, el grupo de los granaderos fue el más abundante seguido de los bacalaos y las antimoras (*A. rostrata*), respectivamente. Las rayas y tiburones fueron capturados en una proporción muy baja, con un 1,2% y 0,1%, respectivamente (Figura 4.9).

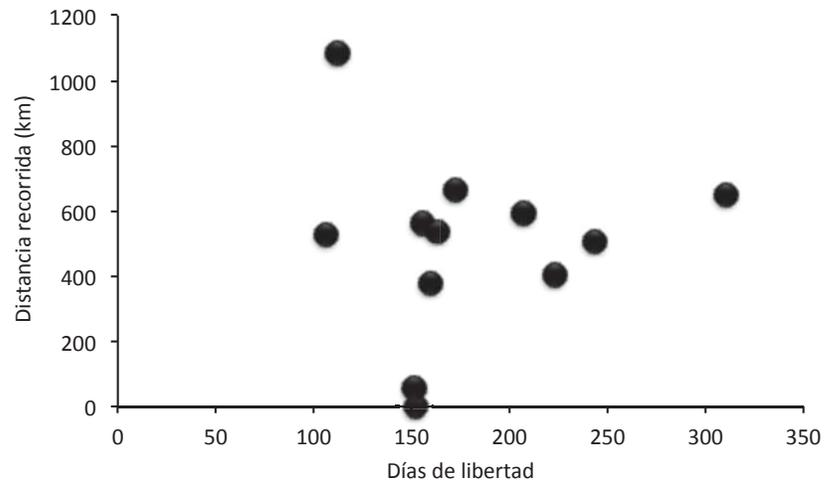


Figura 4.7: *Distancia recorrida en km por los peces marcados y recapturados en el programa chileno al 30 de mayo de 2013.*

### 1. Independencia de los anzuelos.

Sobre un total de 23.494 cachaloteras observadas en los 36 lances experimentales, la frecuencia de ocurrencia de 1 bacalao por cachalotera fue la mayor observada y ocurrió con una probabilidad  $P(1\ BAC/Cachalotera) = 0,0716$ , equivalente al 7,16% (Tabla 4.5). Para la combinación de un bacalao + uno de los otros peces de la fauna acompañante se observó una probabilidad baja ( $P(1\ BAC \cup 1\ FA)/Cachalotera) = 0,0079$ ); igual que la ocurrencia de 2 peces de la fauna acompañante en una cachalotera  $P(2\ FA/Cachalotera) = 0,0067$ .

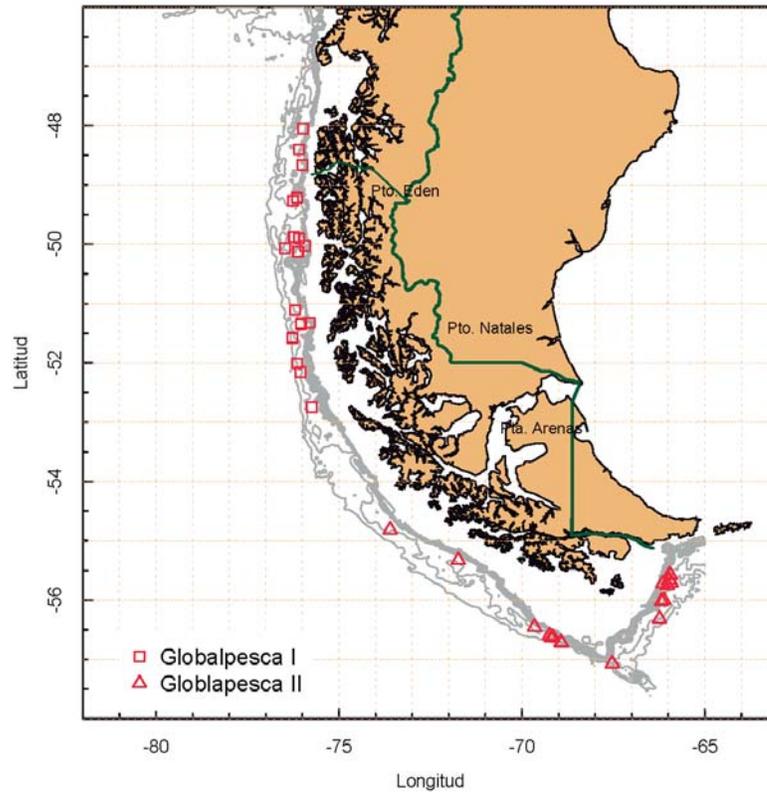


Figura 4.8: Posición geográfica de los lances experimentales entre junio y agosto de 2012, para estudiar el efecto del número de anzuelos del racimo sobre los rendimientos de pesca, la independencia de los anzuelos y la competencia por la carnada en el palangre chileno.

Tabla 4.5: Frecuencia y probabilidad de bacalao y de by-catch por cachalotera para un  $n = 23.494$  barandillos observados en los 36 lances experimentales con 7847 cachaloteras con 3 anzuelos, 7810 con 6 anzuelos y 7837 con 10 anzuelos en el racimo. Fauna acompañante = Granaderos + Antimora + Rayas + Tiburones + Otros.

Bacalao		Fauna acompañante				
		0	1	2	3	4
0	Núm.	18762	2641	152	4	6
	%	79,86	11,24	0,67	0,02	0,03
1	Núm.	1683	187	8	0	0
	%	7,16	0,79	0,034	0	0
2	Núm.	42	33	4	0	0
	%	0,18	0,017	0	0	0

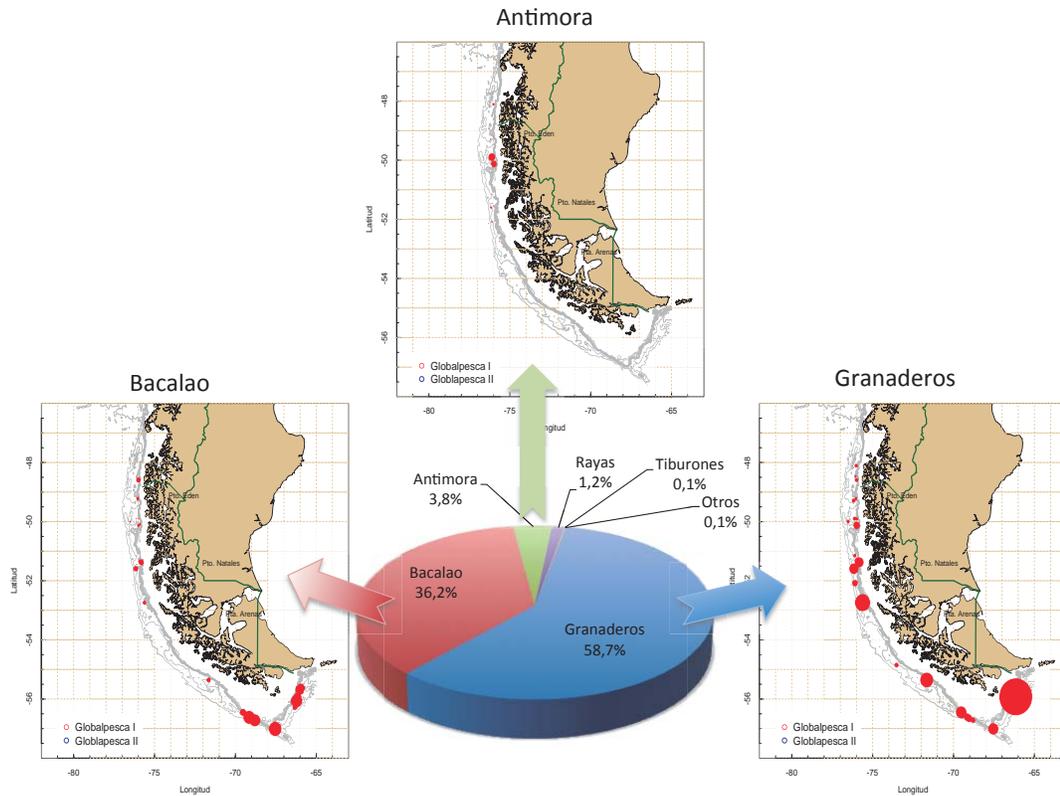


Figura 4.9: *Composición de especies de la captura de 23.494 cachaloteras muestreadas en 36 lances experimentales al bacalao realizados por los buques Globalpesca I y Globalpesca II, sin diferenciar barandillos con 3, 6 y 10 anzuelos.*

La ocurrencia de 2 bacalaos en una cachalotera es extremadamente baja, con una probabilidad  $P(2\text{ BAC}/\text{Cachalotera}) = 0,0018$ , la que expresada en porcentaje equivale a sólo un 0,18%. La ocurrencia de 2 bacalaos más alguno de los miembros de la fauna acompañante tuvo una probabilidad de  $(P(2\text{ BAC} \cup 1\text{ FA})/\text{Cachalotera}) = 0,00017$ , tal como se muestra en la (Tabla 4.5).

La ocurrencia de 3 o más peces en una cachalotera para el bacalao de profundidad fue un evento NULO y para la fauna acompañante fue un evento raro, calificado así porque su ocurrencia no superó los 10 casos sobre las 23.494 cachaloteras observadas (Tabla 4.5).

Si los datos se disgregan por el número de anzuelos del racimo, la baja probabilidad de ocurrencia de dos bacalaos disminuye aún más a medida que el racimo tiene menos anzuelos (Tabla 4.6). Esta situación ocurre para cualquiera de las combinaciones antes indicada, observándose además que la cantidad de barandillos sin pesca aumenta a medida que el racimo tiene menos anzuelos. Esto indica, de alguna manera, que cachaloterías con distinto número de anzuelos por racimo tienen a vez poder de pesca diferente, como se verá más adelante.

La baja frecuencia de ocurrencia de 2 o más peces, sean estos o no bacalaos, en las cachaloterías con 3, 6 y 10 anzuelos (Tabla 4.6), indican que los anzuelos en racimo no actúan de manera independiente.

Tabla 4.6: *Frecuencia de casos en que se capturó 0, 1, 2 o más bacalaos solos o en conjunto con by-catch en los lances experimentales con cachaloterías de 10, 6 y 3 por racimo. El número de observaciones fue de 7837 cachaloterías con 10 anzuelos en el racimo, 7810 cachaloterías con 6 anzuelos en el racimo y 7847 cachaloterías con 3 anzuelos en el racimo. Fauna acompañante = Granaderos + Antimora+Rayas+Tiburones+Otros.*

Racimo	Bacalao	Fauna acompañante				
		0	1	2	3	4
<b>A) Número casos</b>						
10 anz	0	5968	906	65	2	5
	1	782	76	4	0	0
	2	26	3	0	0	0
6 anz	0	6167	974	64	1	1
	1	520	85	4	0	0
	2	12	1	0	0	0
3 anz	0	6627	761	28	1	0
	1	381	26	0	0	0
	2	4	0	0	0	0
<b>B) Casos en %</b>						
10 anz	0	76,15	11,56	0,83	0,03	0,06
	1	9,98	0,97	0,05	0	0
	2	0,33	0,04	0	0	0
6 anz	0	78,77	12,44	0,82	0,013	0,013
	1	6,64	1,09	0,05	0	0
	2	0,15	0,01	0	0	0
3 anz	0	84,66	9,72	0,36	0,013	0
	1	4,87	0,33	0	0	0
	2	0,05	0	0	0	0

*Test de independencia de los anzuelos de la cachalotera.*

La frecuencia observada de peces por cachalotera NO se ajusta a la frecuencia esperada (distribución binomial). Esta situación ocurre en ambos experimentos y para todos los racimos de anzuelos de las cachaloterías (Tabla 4.7), refutándose la hipótesis nula  $H_0$  de independencia de los anzuelos del racimo de la cachalotera, en todos los casos. Estos resultados corroboran lo visualizado por medio de la probabilidad de la extremadamente baja ocurrencia de dos o más bacalaos en los barandillos.

Tabla 4.7: *Test de bondad de ajuste del número de peces capturados por cachalotera a una distribución binomial mediante el estadístico  $\chi^2$ , con un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .*

<b>A. Bacalao de profundidad.</b>					
Experimento	Barco	Racimo	$gl = k - 1$	$\chi^2_{calc.}$	$\chi^2_{1-\alpha, k-1}$
1	Globalpesca I	3	2	334,1	> 5,99
		6	5	2.241,4	> 11,07
		10	9	10.563,9	> 16,92
2	Globalpesca II	3	2	237,5	> 5,99
		6	5	940,8	> 11,07
		10	9	3.082,9	> 16,92

<b>B. Todos los peces.</b>					
Experimento	Barco	Racimo	$gl = k - 1$	$\chi^2_{calc.}$	$\chi^2_{1-\alpha, k-1}$
1	Globalpesca I	3	2	869,9	> 5,99
		6	5	7.368,6	> 11,07
		10	9	45.573,7	> 16,92
2	Globalpesca II	3	2	789,3	> 5,99
		6	5	4.112	> 11,07
		10	9	15.150,5	> 16,92

En definitiva, cuando un pez se engancha en uno de los anzuelos de la cachalotera, los demás pierden su efectividad, lo cual indica una fuerte interacción y una falta de independencia entre ellos. Estos resultados corroboran lo encontrado en la Pesca de investigación 2011 con datos derivados desde lances comerciales (Rubilar et al., 2012[11]). El racimo de anzuelos del palangre chileno funciona como una unidad compleja, donde los anzuelos actúan en conjunto y no son independientes, de modo que el poder de pesca de la cachalotera no debe ser medido por el número total de anzuelos que se deriva de multiplicar el número de barandillos por la cantidad de anzuelos del racimo.

## 2. Rendimientos y poder de pesca de la cachalotera en relación con el número de anzuelos del racimo.

Para el análisis de los rendimientos de pesca de la cachalotera en relación con número de anzuelos del racimo, se realizaron dos experimentos (*Experimento 1* y *Experimento 2*), simultáneos usando el mismo diseño experimental (ver sección 3.31 para más detalles).

### *Experimento 1.*

Los barandillos con 10 anzuelos tienen una captura promedio de bacalao mayor que los barandillos con 3 y 6 anzuelos por racimo y, los barandillos con 6 anzuelos presentan rendimientos mayores que los barandillos con 3 anzuelos (Figura 4.10). En el caso de los granaderos, el grupo más abundante de la fauna acompañante, los barandillos con 3 anzuelos tienen una captura menor que los barandillos con 6 y 10 anzuelos, observándose que entre últimos diferencias menores (Figura 4.10).

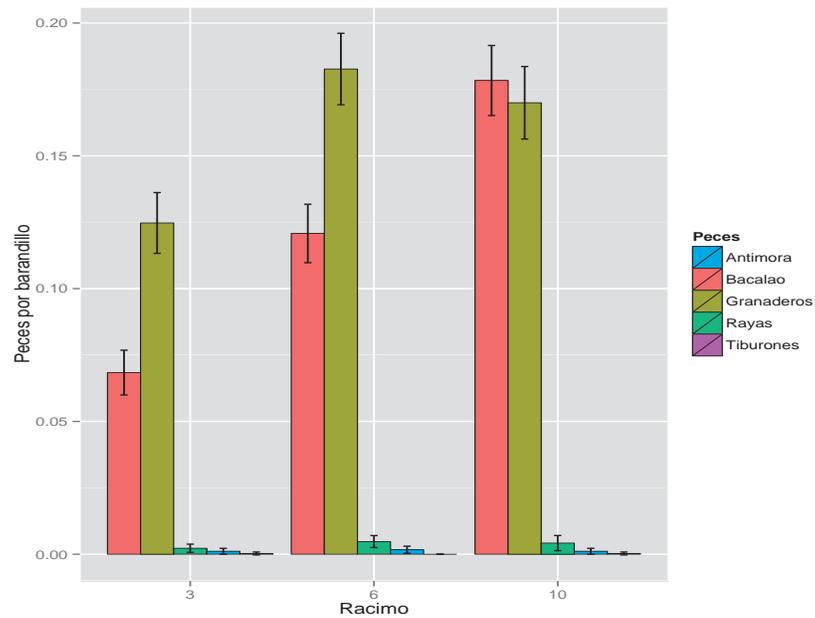


Figura 4.10: No. de bacalao por barandillo y fauna acompañante en los lances experimentales del Globalpesca I, para barandillos con de 3, 6 y 10 anzuelos.

Al disgregar el análisis por barco y período (Bloque) se observa claramente que los

barandillos con 10 anzuelos tienen una tasa de captura mayor en relación con los otros dos tratamientos, para el caso del bacalao, a lo largo del tiempo. En el caso de los granaderos existe un variabilidad temporal que parece opacar esta relación (Figura 4.11).

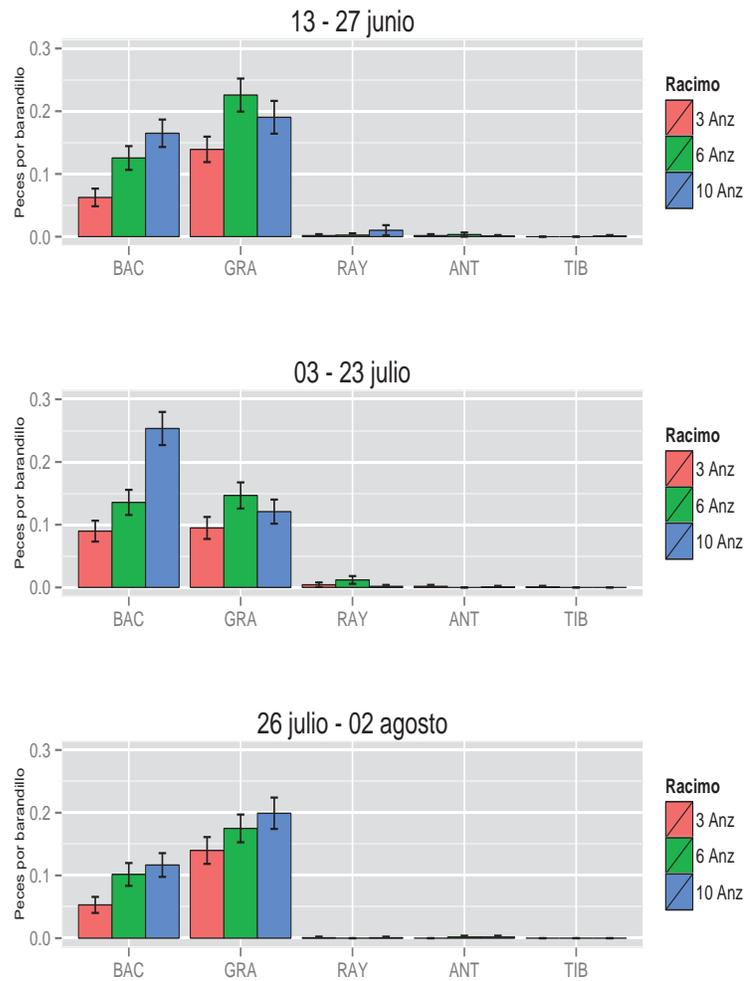


Figura 4.11: Rendimientos del bacalao y de fauna acompañante en los lances experimentales del Globalpesca I por periodo (bloque), para barandillos con racimos de 3, 6 y 10 anzuelos .

El análisis exploratorio de los factores número de anzuelos del racimo (TRAT) y periodo de tiempo (BLOQUE), señala que el factor TRAT es el que más aporta a la variabilidad del número de peces capturados (Figura 4.12). Al interior del factor TRAT se observa un aumento del número de peces capturados y también de su variabilidad, en relación con el número de anzuelos del racimo. En el factor BLOQUE, sólo el nivel 3 (período 26 de julio al 02 de agosto) presenta una disminución leve de los rendimientos. Para este factor también se aprecia una variabilidad mayor en el número de peces capturados en el período 02 al 23 de julio correspondiente al nivel 2.

La Figura 4.13) muestra que no hay interacción entre los factores TRAT y BLOQUE. Asimismo, se aprecia que todos los niveles del factor TRAT presentaron una captura mayor en el nivel 2 del factor BLOQUE y, que las mayores diferencias de la captura promedio entre bloques ocurrió en los barandillos de 10 anzuelos.

*Elección de la estructura de los efectos del modelo.*

Dos alternativas de modelos lineales fueron consideradas para el análisis de los datos del experimento. La primera considera un modelo lineal de efectos fijos para los factores TRAT y BLOQUE y la covariante SOAK (Tiempo de reposo), la segunda un modelo con efectos mixtos donde el factor TRAT fue fijo y el factor BLOQUE aleatorio más la covariante.

El modelo con efectos mixtos ( $modelo2=lme(\sqrt{FREC}) \sim TRAT+SOAK, random = 1-BLOQUE, data=racimo$ ), fue comparado con un modelo sin incluir el factor aleatorio BLOQUE ( $modelo1=glms(\sqrt{FREC}) \sim TRAT+SOAK, data=racimo$ ). Los resultados indican que el uso de un modelo mixto con el factor aleatorio BLOQUE no aporta en la explicación de la variable respuesta, tal como se aprecia en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8: *Tabla de ANOVA para los modelos modelo1 y modelo2 con y sin considerar el factor BLOQUE aleatorio, respectivamente.*

Modelo	df	AIC	BIC	logLik	Test	L.Ratio	p-value
modelo1	4	244.1295	251.8568	-118.0647			
modelo2	5	246.0325	255.6916	-118.0162	1 vs 2	0.09701258	0.7554

En consecuencia, el modelo usado para el análisis del número de peces por cachalotera en relación con el número de anzuelos del racimo, fue por un modelo lineal con efectos fijos.

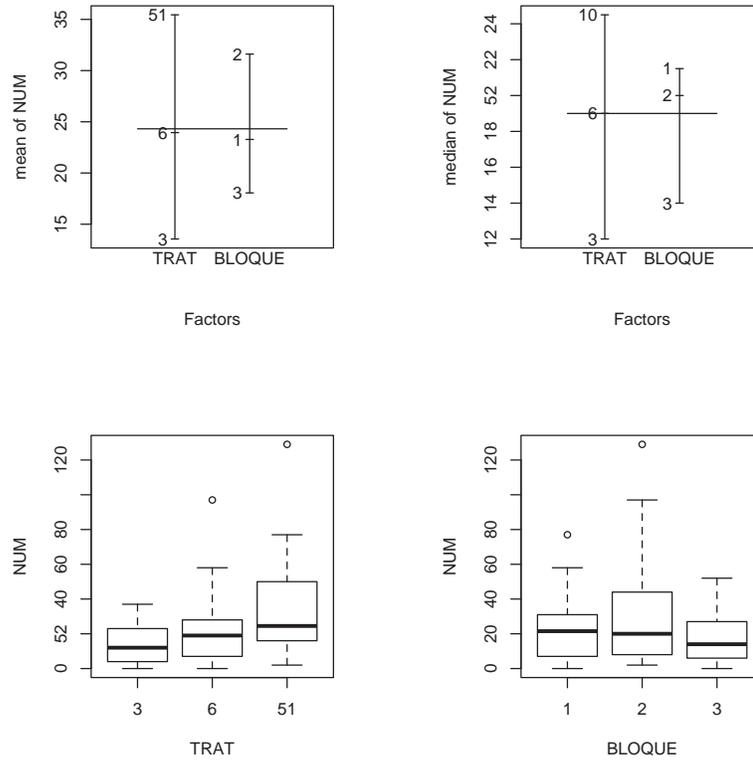


Figura 4.12: Rendimientos del bacalao en los lances experimentales del Globalpesca por período (BLOQUE), para barandillos del palangre chileno con racimos de 3, 6 y 10 anzuelos (TRAT) .

La variable respuesta, número de peces por barandillo (NUM), en su escala original no cumple con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, por lo cual se le aplicó la transformación raíz cuadrada. Con esta transformación se logró alcanzar la normalidad de los datos y disminuir heteroscedasticidad.

La tabla de anova producto de la aplicación del modelo de efectos fijos ( $lm(\sqrt{NUM}) \sim BLOQUE + TRAT + SOAK, data = racimo$ ), indica que sólo el factor TRAT (número de anzuelos del racimo) fue significativo a un nivel de confianza de 0.05 para explicar la variabilidad del número de peces por cachalotera (Tabla 4.9). Esto implica que debemos rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ : igual captura en cachaloteras con 3, 6 y 10 anzuelos en el racimo). Entre los niveles del factor TRAT, son los racimos

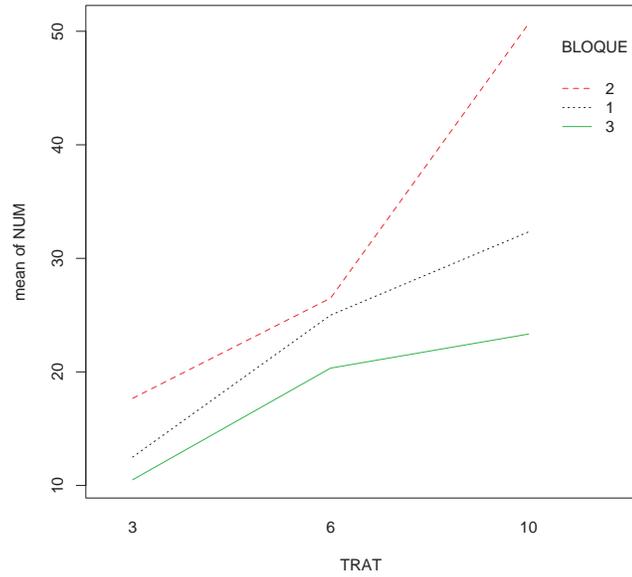


Figura 4.13: *Interacción de los rendimientos entre los factores TRAT y BLOQUE.*

con 10 anzuelos los que marcan la diferencia, con rendimientos mayores (Tabla 4.10).

Tabla 4.9: *Tabla de ANOVA modelo efectos fijos del experimento 1*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
BLOQUE	2	13.525	6.7624	1.4329	0.24864
TRAT	2	43.935	21.9676	4.6548	0.01420 *
SOAK	1	18.192	18.192	3.8547	0.05542 .
Residual	48	226.531	4.7194		

Signif. codes: 0 , '\*\*\*'0.001, '\*\*'0.01, '\*'0.05, '.'0.1, ' ' 1

Tabla 4.10: *Resumen del modelo de efectos fijos del experimento 1*

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>  t )	
(Intercept)	2.1273	0.85569	2.486	0.01645	*
BLOQUE2	0.6906	0.7449	0.927	0.35843	
BLOQUE3	-0.5318	0.7449	-0.714	0.47866	
TRAT6	1.0308	0.7449	1.384	0.12270	
TRAT10	2.2078	0.7449	2.964	0.00468	**
SOAK	0.04423	0.02253	1.963	0.05542	.

Signif. codes: 0 , '\*\*\*'0.001, '\*\*'0.01, '\*'0.05, '.'0.1, ' '1  
 Residual standard error: 2.172 on 48 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 0.2504, Adjusted R-squared: 0.1723  
 F-statistic: 3.206 on 5 and 48 DF, p-value: 0.01411

Comparaciones múltiples con el *test-t* o *Contraste de la Mínima Diferencia Significativa*, entre los distintos niveles del factor TRAT, indican que los racimos con 10 anzuelos presentan un rendimiento o poder de pesca significativamente mayor que los racimos con 3 anzuelos (Tabla 4.11). Entre las cachaloterías con 6 y 10 anzuelos en el racimo, si bien los datos crudos muestran una diferencia a favor de las cachaloterías con 10 anzuelos, el *test-t* indica que estas diferencias no son significativas. Finalmente, entre las cachaloterías con 3 y 6 anzuelos también existen diferencias de rendimientos que estadísticamente no son significativas (Tabla 4.11).

Tabla 4.11: *Resumen de p-value del test-t para comparaciones múltiples entre los niveles del factor TRAT (Número de anzuelos del racimo).*

	p-value		
	TRAT3	TRAT6	TRAT10
TRAT3	-	0.1938	<b>0.0049</b>
TRAT6	0.175	-	0.123
TRAT10	<b>0.0049</b>	0.123	-

Los resultados de las comparaciones múltiples entre los diferentes niveles del factor TRAT, justifican el uso de cachaloterías con 6 y 10 anzuelos, ya que entre estos dos tratamientos no existen diferencias estadísticamente significativas. Las principales diferencias se dan entre los barandillos con 3 y 10 anzuelos. Esto justifica también

el no uso de racimos con 3 anzuelos por parte de la flota.

### *Experimento 2.*

El BF Globalpesca II, realizó 18 lances aplicando el mismo diseño experimental que el programado para el Globalpesca I, de manera que por tratarse de un barco diferente y operando un área de condiciones diferentes, lo hemos considerado una repetición independiente, es decir un nuevo experimento.

Al igual que en el experimento 1, graficamente se aprecia que los barandillos con 10 anzuelos tienen una captura promedio de bacalao mayor que los barandillos con 3 y 6 anzuelos por racimo y, los barandillos con 6 anzuelos presentan rendimientos mayores que los barandillos con 3 anzuelos (Figura 4.14). Entre los barandillos de 10 y 6 anzuelos existen diferencias menores y como probaremos más adelante estas diferencias no llegan a ser estadísticamente distintas. En el caso de los granaderos, el grupo más abundante de la fauna acompañante, los barandillos con 3 anzuelos presentan una captura menor que los barandillos con 6 y 10 anzuelos (Figura 4.14)

Al disgregar el análisis por barco y período (BLOQUE) se observa que los barandillos con 10 anzuelos tienen una tasa de captura mayor que los otros dos tratamientos, en los dos primeros periodos del experimento, para el caso del bacalao. En el tercer período o nivel del factor BLOQUE, los rendimientos fueron bajísimos para los tres tratamientos y entre ellos no existen diferencias. En el caso de los granaderos no se observa una tendencia clara en relación con el número de anzuelos del racimo a través de los periodos de tiempo (Figura 4.15).

El análisis preliminar del factor TRAT y BLOQUE, indica que la mayor variabilidad en los rendimientos de pesca es producida por el factor BLOQUE (Figura 4.16). Las mayores diferencias de la captura entre los niveles del factor BLOQUE ocurrieron entre el bloque 3 y los demás. También esta figura muestra que en los niveles del factor TRAT existe un aumento de las capturas y de su variabilidad en relación con el aumento del número de anzuelos del racimo. La Figura 4.17, sugiere la existencia de algún grado menor de interacción entre los factores TRAT y BLOQUE.

En la tabla anova del modelo con efectos fijos, el factor BLOQUE resultó ser significativo y el factor de interés resultó ser no significativo, como era esperable que sucediera (Tabla 4.12). En el nivel 3 del factor bloque ocurrió una baja sustancial de las capturas en el área durante la realización de los lances experimentales, lo cual hace que la variabilidad del factor bloque predomine por sobre el factor TRAT (Tabla 4.13). A pesar de esto, las cachaloterías con 10 anzuelos en el racimo, presen-

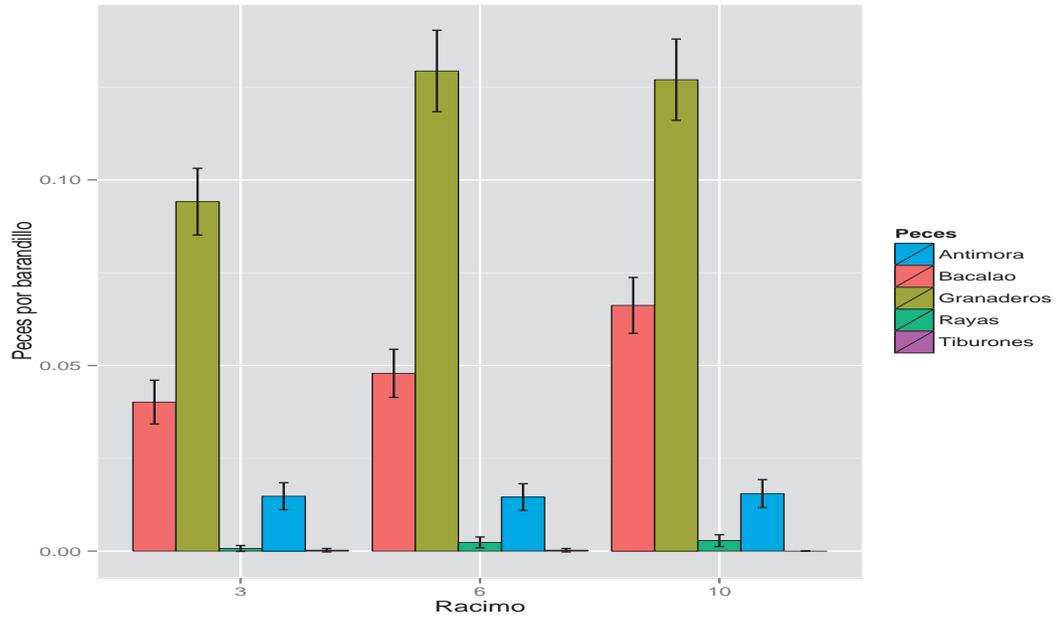


Figura 4.14: Rendimientos (*No. peces/barandillo*) de bacalao y de la fauna compañan-  
te en los lances experimentales del Globalpesca II, para barandillos con de 3, 6 y 10  
anzuelos en el racimo.

tan una captura por barandillo mayor que las cachaloterías con 3 anzuelos, es decir  
una situación similar a la observada en el experimento 1, pero menos pronunciado  
(Tabla 4.13).

Tabla 4.12: *Tabla de ANOVA del modelo de efectos fijos del experimento 2.*

	Df3	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
BLOQUE	2	1465.3	732.67	9.4100	0.000348	***
TRAT	2	361	180.50	2.3182	0.109150	
SOAK	1	185.6	185.6	2.4549	0.123726	
Residual	48	3629.5	75.62			

Signif. codes: 0 , '\*\*\*'0.001, '\*\*'0.01, '\*'0.05, '.'0.1, " 1

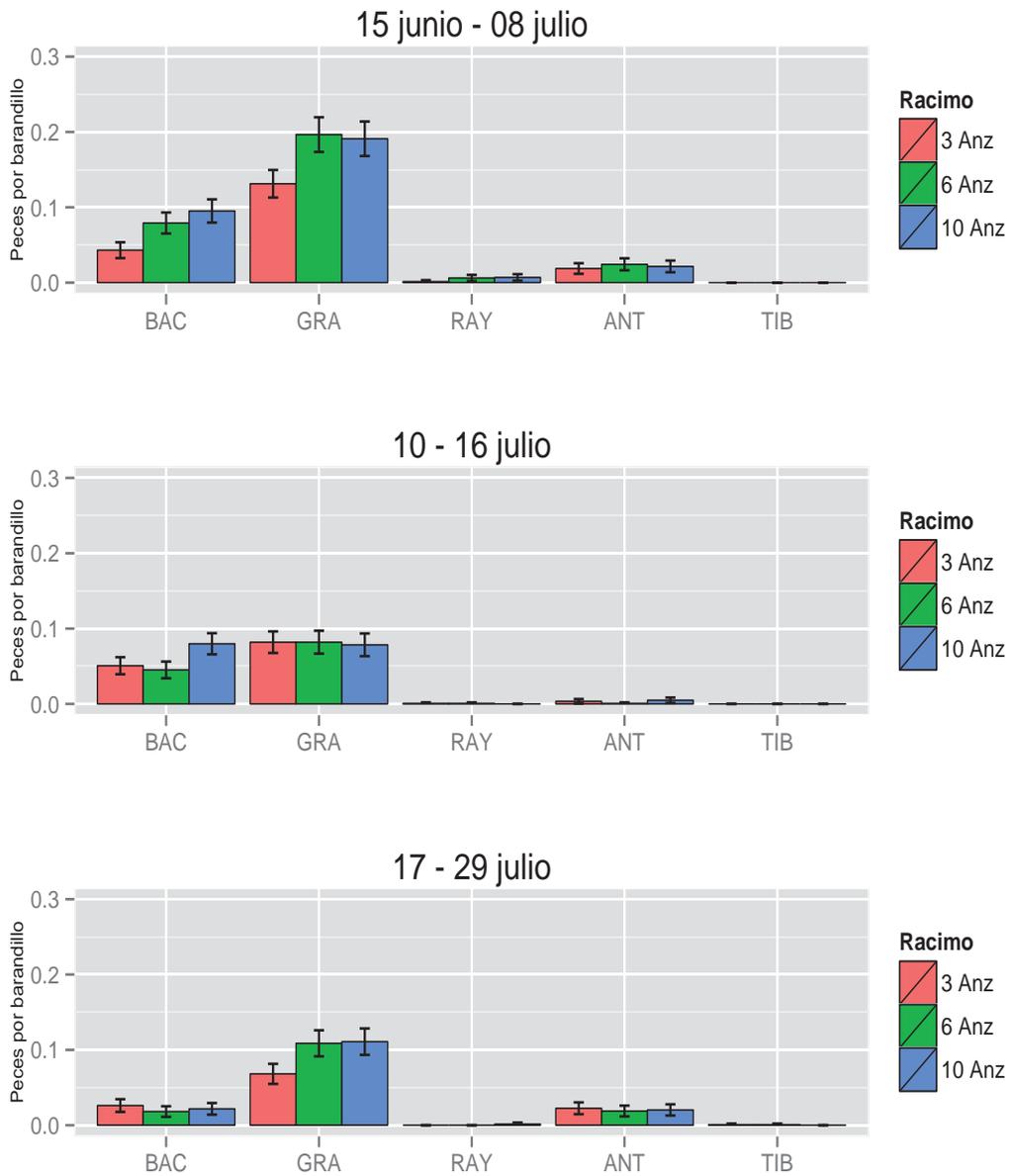


Figura 4.15: Rendimientos del bacalao y de fauna acompañante en los lances experimentales del Globalpesca II por periodo (bloque), para barandillos con racimos de 3, 6 y 10 anzuelos .

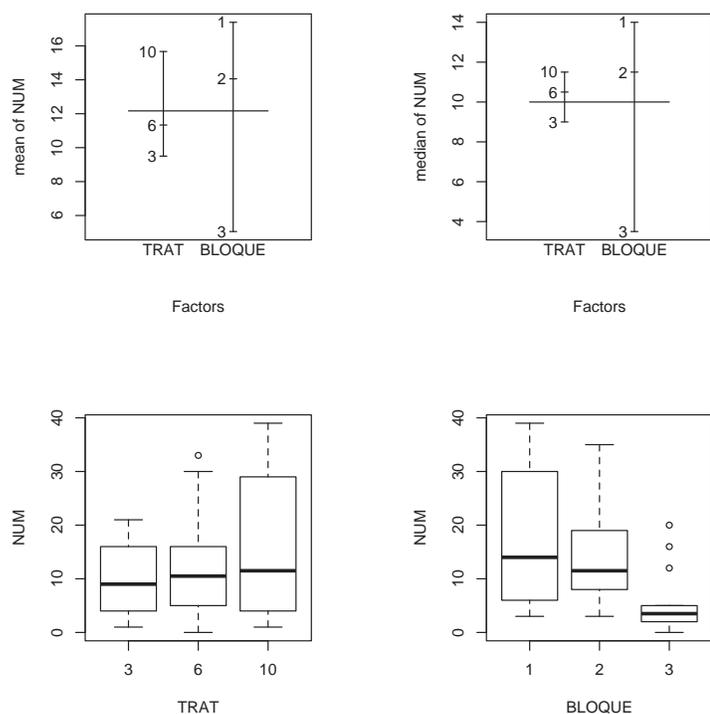


Figura 4.16: Rendimientos del bacalao en los lances experimentales del Globalpesca II por período (BLOQUE), para barandillos del palangre chileno con racimos de 3, 6 y 10 anzuelos (TRAT) .

Tabla 4.13: Resumen del modelo de efectos fijos del experimento 2.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>  t )	
(Intercept)	7.2557	5.4507	1.331	0.18943	
BLOQUE2	-0.9560	3.2717	-0.292	0.77140	
BLOQUE3	-12.2178	2.8995	-4.214	0.00011	***
TRAT6	1.833	2.8986	0.632	0.53006	
TRAT10	6.167	2.8986	2.127	0.03854	*
SOAK	0.3648	.2328	1.567	0.12373	

Signif. codes: 0 , '\*\*\*'0.001, '\*\*'0.01, '\*'0.05, '.'0.1, ' '1  
 Residual standard error: 8.696 on 48 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 0.357, Adjusted R-squared: 0.2896  
 F-statistic: 5.322 on 4 and 48 DF, p-value: 0.0005716

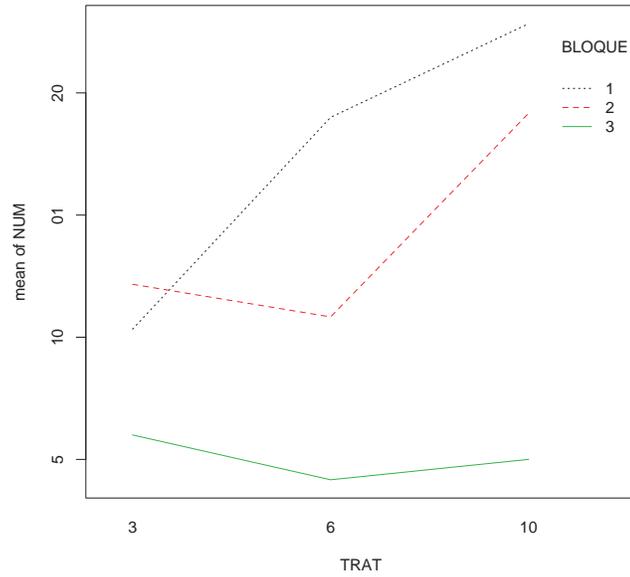


Figura 4.17: *Interacción de los rendimientos entre los factores TRAT y BLOQUE en los lances experimentales del Globalpesca II.*

Con la finalidad de detectar diferencias más claras entre los niveles del factor TRAT, se usó un modelo lineal mixto, donde el factor BLOQUE fue aleatorio y TRAT fue un factor fijo. Los resultados de este modelo indican que el número de peces por cachalotera explicado por el factor TRAT continúa siendo estadísticamente no significativo (Tabla 4.14). Sin embargo, al igual que en el modelo de efectos fijos el TRAT10 tiene un rendimiento mayor que el TRAT3 y TRAT6 ( $p - value < 0,05$ ), tal como se indica en la Tabla 4.15.

Tabla 4.14: *Tabla de ANOVA del modelo de efecto mixto del experimento 2.*

	numDF	denDF	F value	p-value
Intercept	1	48	9.563048	0.0033
TRAT	2	48	2.388135	0.1026
SOAK	1	48	2.230254	0.1419

Tabla 4.15: *Resumen del modelo de efectos mistos del experimento 2.*

Linear mixed-effects model fit by REML

Data: racimo

AIC	BIC	LogLik
390.9039	402.376	-189.4519

Random effects: Formula:  $\sim 1 | \text{BLOQUE}$

	(Intercept)	Residual
StdDev:	6.49911	8.69379

Fixed effects: (NUM) $\sim$  TRAT

	Value	Std. Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	3.2741	5.9715	48	0.5428	0.5860
TRAT6	1.8333	2.8979	48	0.6326	0.5300
TRAT10	6.1667	2.8979	48	2.1280	0.0385
SOAK	0.3342	0.2292	48	1.4934	0.1419

Con el afán de detectar mejor las diferencias entre los niveles del factor TRAT, se realizó un análisis mediante un modelo de efectos fijos, considerando sólo los BLOQUES 1 y 2. Su aplicación dió como resultado que el factor BLOQUE es no significativo y que el factor TRAT se hace más importante y significativo a un nivel  $\alpha = 0,1$ , al igual que la covariante SOAK (Tabla 4.16). Las cachaloteras o barandillos con 10 anzuelos (TRAT10) presentan una captura mayor que el TRAT 3 (Tabla 4.17). Sin embargo, entre el TRAT 6 y TRAT 10, al igual que entre los TRAT3 y TRAT6, no se detectaron diferencias estadísticas. Estos resultados en definitiva son similares a los obtenidos en el experimento 1, el cual consideró todos los niveles del factor BLOQUE.

Tabla 4.16: *Tabla de ANOVA modelo efecto fijo con dos niveles del factor BLOQUE en el experimento 2.*

	Df3	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
BLOQUE	1	100.00	100.00	1.1127	0.29965
TRAT	2	582.06	291.028	3.2383	0.05282 .
SOAK	1	307.16	307.16	3.4178	.047406 .
Residuals	31	2786.01	89.871		

Signif. codes: 0 , '\*\*\*\*'0.001, '\*\*'0.01, '\*'0.05, '.'0.1, " 1

Tabla 4.17: *Resumen del modelo efecto fijo con 2 niveles en el factor BLOQUE en el experimento 2.*

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>  t )
(Intercept)	-1.6664	8.4976	-0.196	0.8458
BLOQUE2	1.3100	4.0366	0.325	0.7477
TRAT6	3.6667	3.8702	0.947	0.3508
TRAT10	9.7500	3.8702	2.519	0.0171 *
SOAK	0.7125	0.3854	1.849	0.0741 .

Signif. codes: 0 , '\*\*\*\*'0.001, '\*\*'0.01, '\*'0.05, '.'0.1, " 1  
 Residual standard error: 9.48 on 31 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 0.262, Adjusted R-squared: 0.1668  
 F-statistic: 2.752 on 4 and 31 DF, p-value: 0.04559

En definitiva los resultados de los experimentos 1 y 2, indican que existen diferencias en el número de peces capturados por barandillo. Las cachaloterías con 10 anzuelos tienen rendimientos más altos que las cachaloterías con 3 y 6 anzuelos. Estas diferencias observadas gráficamente son estadísticamente significativas a un nivel de confianza de 0.05 entre las cachaloterías con 3 y 10 anzuelos en el racimo. Entre las cachaloterías con 10 y 6 anzuelos en el racimo no se detectaron diferencias estadísticas, al igual que entre las cachaloterías con 3 y 6 anzuelos en el racimo. Con estos resultados se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  de igualdad de rendimientos en cachaloterías con distinto número de anzuelos y, explican la elección de los pescadores por usar cachaloterías entre 6 y 10 anzuelos.

#### **4.4. Objetivo 3. Analizar la variación espacial y temporal de la fecundidad y ojiva de madurez en al área de desove de Tierra del Fuego.**

El desarrollo de este objetivo sólo llegó hasta la etapa de recolecta de muestras. Así durante esta pesca de investigación se recolectaron un total de 146 muestras de gónadas, fijadas en alcohol-formol que se pueden usar no sólo para seguir la evolución de los estadios de madurez sino también estimar la fecundidad. Las muestras recolectadas pasan a constituir parte del banco de muestras que está generando CEPES para esta pesquería. En la Tabla 4.2, se entrega el resumen de las muestras recolectadas por barco y marea.

# Capítulo 5

## Discusión

### 5.1. Implementación del programa de marcaje.

La implementación del programa de marcaje tuvo su comienzo en junio del 2012, bajo el alero de la pesca de investigación 2012. Este mecanismo fue usado para viabilizar el programa, dado lo reducido del presupuesto estatal y el no destino de fondos para investigación en el bacalao de profundidad desde el año 2006.

La implementación del marcaje fue un proceso que ocurrió de manera paulatina en la flota industrial bacaladera. La capacitación de las personas designadas por la industria para realizar marcaje se hizo teniendo en cuenta la recalada y zarpe de cada uno de los buques, resultando en una actividad secuencial. Si bien dicha actividad duró más de lo presupuestado, para el equipo de investigadores constituyó una ventaja, ya que permitió una interacción directa con las personas encargadas de realizar el marcaje propiamente tal y, también, con aquellos encargados de recopilar la información y llevar su control a bordo.

En todos los barcos, se designó al primer y segundo contramaestre de factoría para realizar la selección, marcado y liberación de los peces. El control de esta actividad recayó en el capitán o en el primer oficial del buque. La recepción y compromiso de estas personas con el programa fue muy buena, lográndose una amplia cooperación. Sin embargo, al momento de la reunión para coordinar el marcaje los investigadores se percataron que el programa de marcaje a pesar de haberse acordado y difundido con anterioridad, en octubre de 2012, en muchos casos no era conocido.

Hoy todos los barcos operativos de la pesquería del bacalao están en condiciones de realizar marcaje, constituyéndose en uno de los principales aportes, ya que per-

mite llevar a cabo el programa con un equipo mínimo de observadores, reduciendo de manera considerable los costos. Este es uno de los aspectos que fue mirado con duda por el GT-BAC y SUBPESCA, ya que lo habitual es usar observadores para dicha tarea. Está demostrado que esta forma de ejecutar el programa de marcaje es posible y pone de manifiesto la capacidad de la industria para cooperar con las actividades de investigación. El balance en este primer año de trabajo indica que el papel asumido por la industria es prometedor. Sin embargo, para mantener esta cooperación y dedicación se requiere otorgar los incentivos necesarios y, también ejecutar una continua supervisión de aspectos operativos y metodológicos como el cumplimiento de los protocolos de selección, marcado, liberación y recaptura. En un nivel más específico, por ejemplo, se necesita mejorar los flujos de transmisión de la información de los peces marcados.

La tasa de marcaje fue mejor de la esperada, salvo algunas excepciones. Para mejorar la tasa de marcaje en aquellos buques como el Pto. Toro se necesita de un trabajo continuo y muy directo con la tripulación. Nuestra experiencia nos indica que cada buque debe ser visto como una unidad, la cual necesita un apoyo continuo de supervisión y asesoría. De esta manera se mejoran los procedimientos, los flujos de información y poco a poco los pescadores se van involucrando en el proceso, al sentirse parte de él.

Muchas de las personas a bordo, incluido los capitanes y oficiales no saben para que el observador toma datos. La mayoría de las veces lo ven como una persona que viene a espiar y le dificultan su tarea. En nuestra opinión los programas de recopilación de información no han invertido tiempo en educar e informar sobre las actividades de observación científica y recolección de datos. En nuestro caso, se ha hecho un trabajo continuo de información y educación en algunos buques y los resultados muestran una mejora sustancial, no sólo en la obtención de datos sino también en la convivencia del observador a bordo.

Históricamente, las principales dificultades surgidas con la colecta de datos e investigación realizadas a bordo han tenido dos puntos centrales. El primero tiene que ver con la preparación del observador, la comprensión de la finalidad de su trabajo, su poca preocupación por el proceso de pesca y también como él ve y transmite su quehacer a bordo. La otra dificultad, tiene que ver con actitudes derivadas con la poca comprensión e importancia que los pescadores le otorgan a la labor de los observadores. Comentarios de observadores al respecto, indican que algunos patrones de pesca ponen dificultades para el desarrollo de las investigaciones y toma de datos. Decimos algunos, porque en la mayoría de los casos hemos tenido una excelente cooperación de parte de ellos.

La cobertura espacial del marcaje se ha logrado plenamente. Se ha cubierto toda el área de operación de la flota en la UPL, lo cual fue un aspecto importante del diseño ya que permite adquirir conocimiento sobre el desplazamiento de los peces en distintas áreas. Si bien la cantidad de peces marcados para esta etapa del programa, alcanzó a un 33% de lo consignado en la propuesta técnica, lo más importante es reconocer que el marcaje de peces está funcionando a las tasas solicitadas en la totalidad de la flota. Comparado con otros programas, nuestro desarrollo ha sido exitoso, ya que en este primer año se han logrado marcar sobre 1080 peces, aspecto que entre otros fue recibido con beneplácito por el GT-BAC.

Quizás el aspecto más relevante, para el uso de datos de marcaje en la evaluación de stock es la sobreposición de la estructura de tallas de los peces marcados con la estructura de tallas de la captura. Si bien en esta etapa inicial, dicha sobreposición es menor a la recomendada por Ziegler (2012[16]), los esfuerzos en las etapas siguientes están en lograr una sobreposición mayor al 60%, para lo cual es necesario marcar también peces mayores a 100 cms. Sabemos que esto no es fácil de realizar, ya que la mayoría de los peces de dichos tamaños y más grandes llegan muertos, su manipulación se hace mucho más difícil y también existe una mayor resistencia de los pescadores para que dichos tamaños sean marcados y liberados. Este es un aspecto importante que necesita ser abordado plenamente para evitar problemas y malos entendidos entre las personas que están realizando el marcado y los pescadores. Esto tiene una importancia alta, mas para un programa que se basa su éxito en la participación activa de los pescadores o industria. Se sabe que a bordo las decisiones relacionadas con la pesca son tomadas por los patrones de pesca y si ellos no tienen claro las exigencias de la investigación, los requerimientos de sobreposición de tamaños podría verse amenazada.

Hasta el momento la mayoría de los peces recapturados han sido aquellos marcados al sur del Estrecho de Magallanes. La tasa de recaptura alcanza al 1%, valor que podría ser mayor si se tiene en cuenta que algunas marcas no son detectadas y por lo tanto no reportadas. Estimaciones foráneas señalan que durante las primeras etapas de un programa el no reporte pueden bordear el 25%; sin embargo; en nuestro caso no tenemos una cifra que ofrecer.

En Chile a la fecha de elaboración de este informe, casi la totalidad de los peces han sido recapturados a distancia por sobre los 400 km desde su lugar de liberación. De manera más sorprendente todos los peces recapturados muestran desplazamientos hacia el norte, siguiendo el talud continental. Esto es un hecho destacable pues, en otros lugares, en una proporción los peces tienden a permanecer en las cercanías del

lugar de marcado y liberación (Williams et al., 2002[15] ; Marlow et al., 2003[5]). En Argentina peces marcado a la altura de Mar del Plata (40°S), en su mayoría fueron capturados en las inmediaciones de donde fueron liberados, en cambio aquellos marcados en el extremo sur (Isla de los Estados, Banco Burwood) exhiben más movimiento y tienden a desplazarse hacia el oeste siguiendo el Arco de Scotia conectándose con el talud continental chileno. Esto parece indicar, al menos en Chile, que la dinámica de los peces en la ZEE es mayor y con un flujo neto de desplazamiento hacia el norte.

Esta situación parece explicar de alguna forma las variaciones de abundancia observadas en los rendimientos de pesca de la flota artesanal fluctuantes en el tiempo. En la zona de Valdivia y de la Octava región por ejemplo, sabido es que los caladeros que frecuenta la flota artesanal cada cierto tiempo presentan aumentos de rendimientos.

A la fecha no hemos recuperado ningún pez que muestre desplazamiento hacia el sur. Estimamos que esto podría ocurrir entre junio y agosto, cuando los peces marcados en Chile y también en Argentina retornen al área de desove en Tierra del Fuego. Para obtener datos sobre este fenómeno es necesario poder operar, aunque sea restringidamente, en el área y período de desove haciendo uso de pesca de investigación cuyo fin esta más que justificado en este caso.

En definitiva el balance del programa de marcado en este primer año o etapa fue positivo y prometedor a juicio del GT-BAC, donde una vez más se reconoció la importancia de continuar con esta iniciativa. El GT-BAC también ve con mucha preocupación la precaria situación de las investigaciones compartidas entre el estado y la industria, en el marco de la nueva Ley de Pesca. El programa necesita mejorar algunos aspectos, tanto en el proceso de marcaje como en el proceso de recuperación de marcas. A juicio del equipo de trabajo y también en opinión del GT-BAC dichos aspectos son posibles de alcanzar. Entre los aspectos a mejorar destacan: 1) la tasa de marcado, de modo que todos los buques alcancen la tasa de marcado solicitada, 2) marcar peces de todos los tamaños posibles, con la finalidad de alcanzar una tasa de sobreposición de los peces marcados con la captura de al menos del 60 %, 3) mejorar los flujos de información de los peces marcados y recapturados, 4) realizar un trabajo continuo y directo en cada uno de los buques, basados en el concepto del buque como unidad operativa y, 5) realizar una nueva campaña de difusión y de información del programa en todas las flotas pesqueras nacionales y también en flotas pesqueras internacionales, con especial énfasis en la recuperación de marcas.

## 5.2. Efectos en el poder de pesca de la cachalotera en relación con la independencia de los anzuelos y el número de anzuelos del racimo.

Los resultados del experimento para medir la independencia de los anzuelos y los rendimientos de pesca en relación con el número de anzuelos de la cachalotera son claros y corroboran completamente los resultados obtenidos en la pesca de investigación 2011 con datos comerciales (Rubilar et al., 2012[11]).

### 5.2.1. Independencia de los anzuelos de la cachalotera.

Se confirma que cada barandillo del palangre chileno conforma una unidad compleja, donde los anzuelos del racimo actúan en conjunto, existiendo una fuerte interacción entre ellos, de manera que NO son independientes. Cuando un pez se engancha en uno de los anzuelos de la cachalotera, los demás pierden su efectividad. Este fenómeno ocurre en todos los racimos, independiente de la cantidad de anzuelos que lo conforman. La razón es muy simple, todos los reinales del racimo o pata nacen de un punto común y la distancia máxima entre dos anzuelos de un racimo no supera los 60 cm, dado que longitud de los reinales fluctúa entre 20 a 30 cm.

La ocurrencia de dos o más peces (bacalaos o fauna acompañante) en un barandillo es extremadamente baja ( $P[0,0005 - 0,0033]$ ), y la frecuencia de observada del número de peces por cachalotera, no se ajusta a la distribución de frecuencias esperadas si los anzuelos actuaran de manera independiente (distribución binomial), en los barandillos con 3, 6 y 10 anzuelos, lo cual refuta la hipótesis de independencia de los anzuelos.

Esto hecha por tierra el supuesto que los anzuelos de la cachalotera actúan de manera similar a los anzuelos del palangre español, y confirman lo indicado por Rubilar y Zuleta (2011[10]), quienes objetaron el uso del número de anzuelos como unidad de esfuerzo en la cachalotera, argumentando que dada la conformación y disposición de los anzuelos en racimo difícilmente podrían ser independientes y que el barandillo en realidad constituye una unidad con un comportamiento complejo, no comparable al comportamiento de un anzuelo del espinel español.

La cachalotera o palangre chileno, en realidad es un Trotline modificado, de modo que en este tipo de arte de pesca la unidad de esfuerzo no es el número de anzuelos, sino otro. En CCAMLR, usan como unidad de esfuerzo del Trotline la longitud de

la línea dado que las líneas secundarias o barandillos se encuentran a una distancia constante. En el caso del palangre chileno, esta distancia es variable porque en la captura de bacalao se usan cachaloteras con barandillos fijos y también con barandillos móviles que permiten modificar la densidad de barandillos por unidad lineal.

En definitiva, el experimento ha permitido corroborar la NO independencia de los anzuelos y por lo tanto se necesita definir una medida adecuada del esfuerzo de pesca para la cachalotera. Nosostros estimamos que esta medida debiera considerar el número de cachaloteras caladas, la distancia entre ellas y el tiempo de reposo.

### **5.2.2. Rendimientos de pesca en relación con el número de anzuelos de la cachalotera.**

En relación con los rendimientos de pesca y el número de anzuelos del racimo, los resultados del experimento, indican que existen diferencias en el número de peces capturados por barandillo. Las cachaloteras con 10 anzuelos tienen rendimientos más altos que las cachaloteras con 3 y 6 anzuelos. Estas diferencias observadas gráficamente son estadísticamente significativas a un nivel de confianza de 0.05 solamente entre las cachaloteras con 3 y 10 anzuelos. En cambio, entre las cachaloteras con 10 y 6 anzuelos en el racimo no se detectaron diferencias estadísticas, al igual que entre las cachaloteras con 3 y 6 anzuelos. Estos resultados NO sostienen la hipótesis nula  $H_0$  de igualdad de rendimientos en cachaloteras con distinto número de anzuelos y, definitivamente explican la preferencia y uso de cachaloteras con 6 a 10 anzuelos por los pescadores.

Sin embargo, el uso de cachaloteras con 6 ó 10 anzuelos responden a las preferencias de cada empresa y en particular a preferencias individuales de cada patrón de pesca. Globalpesca Spa por ejemplo, usa en todos sus barcos cachaloteras con 10 anzuelos y rara vez usan racimos con menos anzuelos. En cambio Pesca Chile SA, preferentemente, usa cachaloteras con 6 anzuelos y barandillo fijo.

Las cachaloteras con mayor número de anzuelos producen un foco de atracción mayor y aparentemente capturas mayores, especialmente a bajas densidades. Se desprende del análisis realizado, que si bien el número de anzuelos es un factor importante y en menor medida el tiempo de reposo para explicar los rendimientos, existe una importante cantidad de varianza que no se explica por estos factores. Es posible que la profundidad y la topografía del fondo sean factores importantes al momento de explicar parte de esta varianza de los rendimientos de pesca. Conversaciones informales con los patrones de pesca nos indican que en los caladeros existen lugares que ellos llaman pozones, en donde da lo mismo pescar con 6 y 10 anzuelos por racimo.

Nuestro análisis, dado los factores considerados, no son suficiente para detectar las diferencias que puedan existir en las cachaloterías con 6 y 10 anzuelos, por lo cual se hace necesario incluir en los análisis nuevas variables.

La amplia variedad de diseños de cachaloterías usadas en la pesquería del bacalao en Chile, hace necesario que en los análisis de los rendimientos de pesca se consideren estas variantes, ya que cachaloterías con distintos número de anzuelos en el racimo poseen poderes de pesca diferente. Esto se hace más crítico cuando las cachaloterías entre un barco y otro difieren además en el número de racimos por barandillo.

Las pescas de investigación, en este caso particular, han sido el medio que ha permitido investigar el proceso de pesca en base a experimentos, como el aquí presentado. En pesca de investigación anteriores se han analizado vía experimentos in situ el poder de pesca entre el palangre chileno y español, también se ha podido analizar el efecto de los mamíferos sobre las capturas. Todos estos aspectos, en conjunto con otros como el programa de marcaje mismo, no hubiesen sido posible sin las pesca de investigación.

# Referencias

- [1] Brown J., P. Brickle, S. Hearne & G. French. 2010. An experimental investigation of the umbrella and spanish system of longline fishing for the patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) in the Falkland Island: Implications for stock assessment and seabird by catch. *Fish. Res.* 106: 404-412.
- [2] Bull B., Francis R.I.C.C., Dunn A., McKenzie A., Gilbert D.J., Smith M.H., Bain R., Fu D. (2012). CASAL (C++ algorithmic stock assessment laboratory): CASAL user manual v2.30-2012/03/21 . NIWA Technical Report 135. 280 p.
- [3] INIDEP. 2009. Síntesis de la información registrada por el programa de la especie Merluza negra. Período 2004-2009 (Agosto). Doc. Técnico No. 12 del 20 agosto de 2009. Comisión Asesora para el Seguimiento de la Actividad Pesquera de la especie Merluza negra. 4 pags. Copia electrónica INIDEP
- [4] Leal C. y P.S. Rubilar. 2008. Comparación del rendimiento promedio de la cachalotera y espinel tradicional en la pesquería del Bacalao de profundidad. Doc. técnico CEPES, 13 pp.
- [5] Marlow T.R., D.J. Agnew & M.G. Purves. 2003. Movement and growth of tagged *Dissostichus eleginodes* around South Georgia and Shag Rocks (Subarea 48.3). Short note. *CCAMLR Science*, vol. 10 (2003):101-111.
- [6] Martínez P.A. & O.C. Wöhler. 2012. La pesquería de merluza negra (*Dissostichus eleginoides*) en el Atlántico Sudoccidental durante 2011. Aspectos de su evolución desde 2003. INIDEP. Informe Técnico Oficial No. 10, 15 mayo 2012. Copia electrónica C.F.P. 10 págs.
- [7] Polacheck T., J.P. Eveson, G.M. Laslett, K.H. Pollock & W.S. Hearn W. (2006). Integrating catch-at-age and multiyear tagging data: a combined Brownie and Petersen estimation approach in a fishery context. *Canadian Journal of Aquatic Science*. 63(3)534-548.
- [8] Polacheck T., J.P. Eveson & G.M. Laskett. (2010). Classifying tagging experiments for commercial fisheries into three fundamental types based on design,

- data requirements and estimable population parameters. *Fish and Fisheries* 11: 133-148.
- [9] Rothschild B.J. 1967. Competitions for gear in a multiple-species fishery: ICES Journal of Marine Science, 31: 102-110.
- [10] Rubilar P.S. & A. Zuleta. 2011. Bases para un programa colaborativo de monitoreo científico en la pesquería del bacalao. Informe final. Pesca de Investigación Bacalao 2010. 87 pág. más anexos.
- [11] Rubilar P.S., C.A. Moreno y A. Zuleta. (2012). Pesca de Investigación Bacalao 2011 "Monitoreo pesquería dependiente de la abundancia del bacalao e interacción de los mamíferos con la pesca en el área licitada". PIBAC-2011. Informe Final CEPES -SUBPESCA. Agosto de 2012. 103 pág (Incluido anexos y bibliografía).
- [12] Skud B.E. 1972. A reassessment of effort in the halibut fishery. International Pacific Halibut Commission, Scientific Report No. 54, 11 p.
- [13] Skud BE. 1975. Revised estimates of halibut abundance and the Thompson-Burkenroad debate. International Pacific Halibut Commission, Scientific Report No. 56, 36 p.
- [14] Skud B.E & Hamley JM. 1978. Factors affecting longline catch and effort. International Pacific Halibut Commission. Scientific Report No. 64, 66p.
- [15] Williams R., G.N. Tuck & A.J. Constable. 2002. Movement, growth and available abundance to the fishery of *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 at Heard Island derived from tagging experiment. *CCAMLR Science*, vol. 9 (2002):33-48.
- [16] Ziegler P.E. (2012). Influence of the quality and quantity of data from a multi-year tagging program on bias and precision of biomass estimates from an integrated stock assessment-update. CCAMLR WG-FSA-12/18. Unpublished manuscript presented to the Fish Stock Assessment Working Group of CCAMLR.

# Anexos

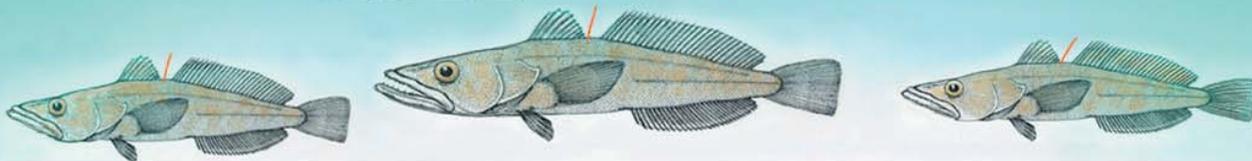
# Anexo 1

## Afiche y tríptico

---



# PROGRAMA DE MARCAJE BACALAO DE PROFUNDIDAD CHILE



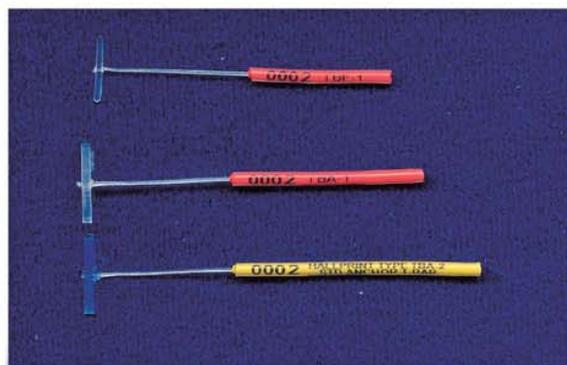
## SE BUSCA BACALAO MARCADO !!

RECOLECTE LOS SIGUIENTES DATOS:

- Número de marca
- Posición captura (Lat. y Long.)
- Fecha captura
- Tamaño del pez (cm)
- Peso del pez (kg)
- Sexo
- Condición reproductiva

Reclame su recompensa y participe  
en el sorteo de un iPad  
a fin de temporada.

Posición de las marcas en el lomo



Envíe la marca, sus datos e información a:  
Ecofish Consultores SA. Casilla 601,  
Valdivia - Chile, 063-221486

Consultas a: [pedrorubilar@gmail.com](mailto:pedrorubilar@gmail.com)

[www.cepes.cl](http://www.cepes.cl)

### Ejecutores



Centro de Estudios Pesqueros S.A.



Ecofish Consultores S.A.

### Patrocinantes



AOBAC  
Asociación Operadores del Bacalao

### Colaboradores



ICAE

Coordinado por: Ecofish Consultores SA, fono: 56-63-221486,  
56-2-9644345, e.mail: [pedrorubilar@gmail.com](mailto:pedrorubilar@gmail.com)

## ANTECEDENTES

Reconociendo la necesidad prioritaria de contar con datos independientes a los generados por la actividad comercial en esta pesquería, surge la idea, en el contexto del programa de investigación colaborativa entre los Operadores del Bacalao (AOBAC) y la Subsecretaría de Pesca de Chile (SUBPESCA), de realizar un experimento de marcaje en este recurso, para recabar información adicional útil para la conservación del recurso y sustentabilidad de su pesquería.



Foto tomada del protocolo de marcaje de la CCAMLR

## OBJETIVO

Generar datos independientes de la actividad comercial que permitan fortalecer los indicadores de abundancia de la evaluación de stock y también dilucidar algunos aspectos claves de la estructura e identidad del stock chileno; mediante un experimento de marcaje y recaptura.

## POBLACIÓN OBJETIVO

El programa de marcaje centra su interés en el stock patagónico localizado frente a las costas chilenas al sur de los 47° S (Figura 1), en la llamada Unidad de Pesquería Licitada, con especial referencia a aquella fracción que se ubica al sur del Estrecho de Magallanes, es decir desde los 53° S hasta el límite sur con la República Argentina, que ha sido considerada como el área fuente que abastece o sostiene las pesquerías del Pacífico, de Argentina y Malvinas (Ashford et al. Fisheries Research, 2012).

## INTENSIDAD Y DURACIÓN

El marcaje se está llevando a cabo a bordo de la flota industrial, marcándose 1 pez por cada tonelada capturada. Se espera en el lapso de 4 años marcar unos 12 mil.

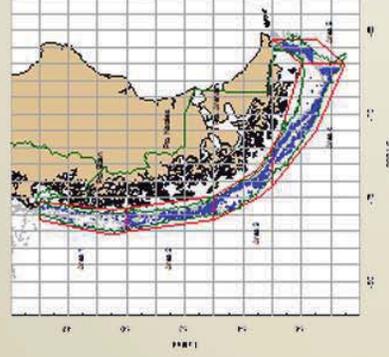


Figura 1. Áreas y zonas de marcaje

## MÉTODO DE MARCAJO Y LIBERACIÓN

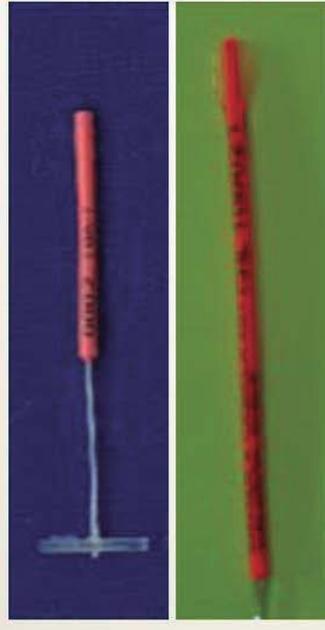
Se usará la "Técnica de marcaje en agua y liberación por mano", ya que permite asegurar una mayor probabilidad de supervivencia.

Alternativamente se usará la técnica de marcaje en seco usada en el CCAMLR, con la liberación por mano.



## MARCAS

Se usará marcas externas tradicionales, tipo T-Bar Anchor fabricadas por Hallprint Ltda.



## RECUPERACIÓN DE MARCAS

### ¡SE BUSCA BACALAO MARCADO!

El proceso de recaptura es extensivo a todas las flotas que capturan este recurso en aguas chilenas y aguas internacionales.

Si usted captura un bacalao marcado, recolecte los siguientes datos:

- Número de la marca
- Posición de captura (Lat., Lon.)
- Fecha de captura
- Tamaño del pez (cm)
- Peso (kg)
- Sexo
- Condición reproductiva

Recoja la marca y envíela junto con los datos solicitados a: Ecofish Consultores SA, Casilla 601, Valdivia - Chile, Fono: 56-63-221486

## RECOMPENSA

Reclame su recompensa y participe en el sorteo de un iPad a fin de temporada (julio 2013, julio 2014 y julio 2015).

## CONSULTAS

Cualquier duda o consulta, contactarse a e\_mail: [pedrorubilar@gmail.com](mailto:pedrorubilar@gmail.com)  
Más información: [www.cepes.cl](http://www.cepes.cl)

## PROGRAMA DE MARCAJE BACALAO DE PROFUNDIDAD CHILE

### EJECUTORES



Centro de estudios pesqueros S.A



Ecofish Consultores S.A.

### PATROCINANTES



# AOBAC

Asociación Operadores del  
Bacalao

### COLABORADORES



UACH-ICAE

Cualquier duda o consulta, contactarse a  
e\_mail: [pedrorubilar@gmail.com](mailto:pedrorubilar@gmail.com)  
Más información: [www.cepes.cl](http://www.cepes.cl)



## Anexo 2

# Acta reunión GT-BAC del CC-PAP (24-05-2013)

---

### Reporte Reunión

UACH, Valdivia, 24 de Mayo de 2013

#### 1. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Convocatoria: Secretaría Ejecutiva del GT-BAC. Unidad de Pesquerías de Aguas Profundas, División de Administración Pesquera, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Fecha y lugar: Viernes 24 de mayo de 2013. Sala de Reuniones Edificio “”, tercer piso, UACH, Valdivia.

##### 1.1. Materias a tratar

- 1) Revisión y análisis de la propuesta de Pesca de Investigación Colaborativa 2013 solicitada por CEPES SA.
- 2) Revisar el informe final del estudio “Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentables de Bacalao de profundidad, año 2013” realizado por IFOP y acordar el enfoque y los estándares metodológicos mínimos que se exigirán para realizar una evaluación de stock 2013.
- 3) Informar y recabar recomendaciones para el TTR del proyecto de Revisión por Pares Externos e Independientes de la evaluación de stock de bacalao, a realizar durante el presente año.
- 4) Acordar una agenda y un equipo de trabajo para abordar los aspectos técnicos correspondientes a la primera etapa de la formulación de un Plan de Manejo para las pesquerías de bacalao nacional.

##### 1.2. Participantes:

La convocatoria fue enviada a los miembros plenos del GT-BAC, a saber:

1. Alejandro Zuleta CEPES
2. Carlos Moreno UACH
3. Juan Carlos Quiroz IFOP
4. Liu Chong IFOP
5. Luis Cubillos UDEC
6. Patricio Arana PUCV
7. Pedro Rubilar Independiente
8. Renato Céspedes IFOP
9. Rodrigo Wiff Independiente

Se excusaron de participar, los investigadores Srs. Patricio Arana (PUCV), Luis Cubillos

# Comité Científico Pesquerías de Aguas Profundas (CC-PAP)

Grupo Científico-Técnico Asesor Pesquería del Bacalao de profundidad (GT-BAC)

---

(UDEC), Renato Céspedes (IFOP). El Dr. Wiff se encuentra actualmente fuera del país. Se invitó a participar como observadora, a la Directora Zonal de Pesca de las Regiones IX de La Araucanía y XIV de Los Ríos, Srta. Karin Rademacher Cortés.

Participaron en la sesión, los siguientes miembros e invitados:

- A.Zuleta
- C.Moreno (Presidente del GT-BAC)
- J. C. Quiroz
- L. Chong
- P. Rubilar

Actuó como Secretario Ejecutivo, el profesional Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) y sectorialista de la pesquería, Sr. Darío Rivas y como Presidente, el Dr. Carlos Moreno M.

El trabajo del GT se inició a las 10:45 h, con la llegada de los investigadores de IFOP, Srs. Juan Carlos Quiroz y Liu Chong, que arribaron directamente de Valparaíso esa misma mañana.

## 2. DESARROLLO DE LA SESION

### 2.1. Bienvenida a los participantes y planteamiento de la consulta al GT

El SE informa el nuevo marco legal y normativo de las Pescas de Investigación (PI) y su incidencia sobre la pesquería del bacalao.

CEPES advierte que se somete al procedimiento de revisión de su Propuesta Técnica de la PI, aunque anticipa será rechazada por SSPA. Además, manifiestan su molestia ante las modificaciones introducidas en esta materia, que impiden el desarrollo de investigaciones colaborativas público-privadas, que pudieran haberse diseñado para mejorar la forma de co-financiar investigaciones que son altamente costosas para el Estado y que por esas mismas razones, no son financiadas. Por el contrario, sostienen que de reconocer este espacio de colaboración público-privado, pero introduciendo procedimientos claros y transparentes para su definición, requerimientos, costeo, ejecución y supervisión, se podría haber realizado un importante avance, similar a como se realiza en países desarrollados. Por estas razones, descartan continuar participando en Comité Científicos y otras reuniones similares.

### 2.2. Presentación de los resultados de la Pesca de Investigación 2012 (CEPES)

El Sr. Rubilar presentó los hallazgos de la PI 2012 relevantes, que permiten contextualizar mejor la propuesta de CEPES para la PI 2013, cuyos resultados principales son los

siguientes:

Efecto del arte de pesca en los rendimientos de pesca:

- el rendimiento de manojos de 10 anzuelos es el de mayor poder de pesca: 12% de ocupación de anzuelos por bacalao y 15% de granaderos (especie que es dieta del bacalao)
- El by-catch reduce la probabilidad de capturar bacalao porque la fauna acompañante compite con éste por las carnadas de los anzuelos, lo que se traduce en una menor captura e incide sobre el índice de abundancia.
- En términos globales (usando todas las combinaciones de los manojos de anzuelos en barandillos armados con 3, 6 y 10 anzuelos), se encuentran los siguientes resultados:

Con 0 Bacalaos: 79% de las cachaloterías (sin captura) y 12,1% con FA

Con 1 Bacalao: 7,9% de las cachaloterías con bacalao y 0,84% con FA

Con 2 Bacalaos 0,18% de las cachaloterías y 0,017% con FA.

- Se concluye que el uso de 10 anzuelos por manojos generan los mejores rendimientos de pesca de bacalao.

### 2.3. Presentación de un modelo de estimación del índice de la cpue

Sobre la base de los hallazgos y resultados de los estudios realizados los años previos, el Sr. Zuleta presenta un trabajo *in litteris*, que contiene una propuesta para el modelamiento de la cpue: 1) corregida por los distintos factores del esfuerzo (tpo. Calado, reposo y virado) y 2) por la reducción del éxito de la captura por FA (competición por la carnada). El modelo considera los factores que afectan a la captura (como la reducción de la capturabilidad por ocupación de anzuelos con fauna acompañante y las pérdidas por depredación de mamíferos sobre las líneas de pesca con captura retenida) y el esfuerzo (considerando los tiempos de calado  $T_c$ , de reposo,  $T_r$  y de virado,  $T_v$  de las líneas de pesca o “cachaloterías”).

Propone que la esperanza de la cpue corregida por todos los factores anteriormente señalados sería de la siguiente forma:

$$E(\text{cpue}) = a * N_{\text{bac}} * \exp(-d * T_v)$$

Este modelo no incluye diferencias por número de anzuelos entre cachaloterías de distintos buques.

También señalan que se estima que hay una ventana o tiempo óptimo de reposo que optimiza los rendimientos de pesca, dado que después éstos decaen por efecto de la acción de los anfípodos (“pulguilla”), que ataca los ejemplares capturados en las líneas de pesca.

### 2.4. Resultados preliminares del Programa de Marcaje

Posteriormente, el Sr. Rubilar presentó los primeros resultados obtenidos de la implementación del Programa de Marcaje, cuyo principal objetivo es obtener un índice de abundancia alternativo a la cpue proveniente de las capturas comerciales, entre otros.

Para ello, se deben cumplir un conjunto de requisitos metodológicos, relacionados con los niveles de ejemplares marcados, rango de tamaños de éstos, entre otros. Señala que este programa surge de un progresivo entendimiento de la pesquería, logrado en los estudios de los años previos, que resume como sigue: Idea (2009), pre-factibilidad (2010) primera etapa piloto (2011) e implementación gradual (desde el 2012 en adelante).

Se han realizado acciones a distintos niveles, entre los que se destacan:

- La capacitación de las tripulaciones de los buques de la flota pesquera industrial (8 buques) que operan en la Unidad de Pesquería lícitada (al sur del paralelo 47° LS) para que realicen las labores de marcaje y de recaptura.
- Esto comenzó inicialmente en los buques de Globalpesca, pero a partir de marzo del presente año 2013 se ha expandido a toda la flota (excepto 2 buques que están en “para” y el Antartic Bay, que se encuentra operando en las Islas South Georgia).
- Entre los inconvenientes que han enfrentado, señalan que los tripulantes de la flota no sabían del Programa de Marcaje (suponen que los gerentes de flota no “bajaron” la información a sus buques, excepto en los de la empresa Globalpesca), por lo que CEPES debió difundir y capacitar a las otras tripulaciones.

Indicadores de desempeño:

- Se informa que, en promedio, se está cumpliendo con la tasa de 1 bacalao por tonelada capturada,
- Dado que se capturan alrededor de 60 bacalaos por lance (lo que representa menos de 1 tonelada), aunque con suerte, puede marcarse 1 Bac por lance, cuando éstos cumplen con todas las condiciones requeridas para su marcado (peces que aún estén vivos, sin daños importantes, que sus tallas se encuentren dentro del rango de interés para el marcaje, que toleren y sobrevivan a la marca, entre los principales).

Comentarios:

El GT realizó la siguiente consulta: ¿Qué nivel de sobreposición se logran entre las distribuciones de tallas de los ejemplares capturados y marcados existe?.

CEPES informa que en la PI es de 45,6%, pero que éste debería llegar al 60% de sobreposición, según los requerimientos metodológicos planteados por Siegler (chequear

# Comité Científico Pesquerías de Aguas Profundas (CC-PAP)

## Grupo Científico-Técnico Asesor Pesquería del Bacalao de profundidad (GT-BAC)

---

nombre correcto). Esto principalmente afecta los ejemplares de tallas mayores. Al respecto, CEPES informa que estos ejemplares de mayor tamaño también requieren más cuidados en su manipulación, ya que por su mayor volumen y peso, es más dificultoso izarlos, moverlos, marcarlos y depositarlos de vuelta al mar, lo que tiende a afectar su estado de condición y aptitud para ser marcados. Asimismo, señalan que los tripulantes son reacios a destinar ejemplares grandes, por su alto valor comercial, lo que afecta el cumplimiento de este requerimiento.

### Resultados:

- Se han recuperado 13 peces hasta la fecha, lo que corresponde al 1% app. (de un total de 1.029 marcados a mayo de 2013) dentro de la UP<sup>1</sup>.
- Todos los ejemplares marcados se han recuperado al Norte del punto donde fueron originalmente marcados.
- Esto se asocia con el proceso de dispersión de juveniles a lo largo del talud, lo que sustentaría las pesquerías artesanales al norte de la UP.

Al respecto, el Dr. Moreno señala la necesidad de que se expanda el marcaje hacia la zona central y norte del país, con el fin de poder ver si existe un retorno de estos individuos a las áreas de desove de la zona austral, cuando éstos alcancen su madurez sexual, lo que contribuiría a tener un mejor conocimiento de las migraciones ontogénicas de esta especie en nuestras aguas.

### Conclusiones:

- Los resultados presentados son aún muy preliminares, por el corto tiempo de iniciado el marcaje y la etapa ontogénica de los marcados (principalmente juveniles),
- Se ha obtenido buena colaboración de IFOP en estas tareas,
- Se ha realizado una buena capacitación a las tripulaciones de los buques pesqueros industriales y éstos se ven muy motivados en participar (incentivos son bien recibidos por ellos),
- No obstante esta buena disposición y la colaboración lograda de las tripulaciones, CEPES sugiere que debe mantenerse una supervisión del cumplimiento del Programa de Marcaje (que podría realizar IFOP) con el fin de asegurar la correcta aplicación de los protocolos de marcado, continuar capacitando en la recuperación de las marcas y el llenado de los formularios con los datos de recuperación.
- Se requiere adquirir unas 4 mil marcas más del tipo CCAMLR (a un costo total

---

<sup>1</sup> En términos comparativos, en Argentina tiene una tasa de recuperación del 1,38%.

estimativo de US\$ 5.000,-), por cuanto se agotarán prontamente la primera partida de marcas del proyecto.

### Sugerencias y recomendaciones:

- mantener/mejorar los incentivos,
- mejorar la difusión e información al país
- mejorar la información y procedimientos para la detección e información de los ejemplares recuperados, y
- Ampliar la difusión y exigencias de reporte a la flota nacional (industrial y artesanal) y a la flota extranjera que pudiera operar en nuestro país o mar adyacente.

Se suspende sesión a las 13:15 h para almorzar. La sesión se reinicia a las 15 h.

### **2.5. Revisión de la Evaluación de Stocks 2012 y metodológicos 2013**

El investigador y evaluador de stock del bacalao de IFOP, Sr. Juan Carlos Quiroz presenta un resumen del informe final del estudio “Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentables de Bacalao de profundidad, año 2013” que condujo, en conjunto con otro ex investigador y evaluador de stock de IFOP, Sr. Rodrigo Wiff.

En su exposición, resume las limitaciones enfrentadas en el desarrollo de la evaluación y las modificaciones que se introdujeron en el análisis contenido en el Informe Final de este estudio:

- inconsistencias de las composiciones de edades de la captura debido a la incorporación de lecturas de otolitos desde el año 2007 en adelante (anteriormente solo realizada mediante lectura de escamas) sin corregir la serie por el error de lectura de las escamas<sup>2</sup>,
- cambios en la capturabilidad y el patrón de explotación (por +adultos),
- cambios en el modelo S/R: una fracción dependiente del SD nacional y otra no (sin parametrización) => se observaron incrementos en las magnitudes al doble en la biomasa desovante, pero señala que se ven iguales tendencias, solo que con más incertidumbre,
- como consecuencia de la introducción de estos cambios y mejoras metodológicas,

---

<sup>2</sup> Lo anterior llevó a que el modelo interprete que hubo un gran “reclutamiento” entre los años 1996 y 2007, dado que en las lecturas de escamas de la serie anterior al 2006 no se detectaban individuos de edades mayores a 20 años, lo que incrementó la abundancia y, en consecuencia, también la Captura Biológicamente Aceptable para la UP en el informe final.

# Comité Científico Pesquerías de Aguas Profundas (CC-PAP)

## Grupo Científico-Técnico Asesor Pesquería del Bacalao de profundidad (GT-BAC)

---

en este último informe IFOP sustenta una Captura Biológicamente Aceptable (CBA) de 1.900 toneladas (un 73% mayor a la recomendada en el informe anterior).

### Comentarios:

- CEPES señala que, no obstante los problemas que tiene este estudio, en términos relativos, esta evaluación de IFOP es mejor que la presentada en octubre del 2012.
- Sin embargo, plantea la falta de inversión en investigación sobre este recurso, que permita mejorar la evaluación.
- Estiman que los revisores externos no podrán mejorar esta situación.
- Apuntan que, según estos estudios, hace 4 años que este stock aparece como agotado, pero que no se han realizado acciones de manejo en consecuencia.
- IFOP señala que el proceso de Revisión que se ha aplicado a otros recursos ha sido útil para mejorar las evaluaciones.
- Moreno reitera la necesidad de enfrentar una evaluación regional sudamericana, no sólo nacional,
- Zuleta señala que la evaluación de la UP debe asumir que el manejo de este stock debe ser compartido con los otros países que lo capturan y que la SSPA debería actuar en consecuencia. Sin embargo, anticipa que se enfrentarán resistencias de los stakeholders nacionales frente a medidas de restricción de cuotas, en ausencia de medidas restrictivas compartidas con los demás países.
- Moreno recuerda que siempre son las urgencias políticas las que definen las acciones. Pregunta ¿qué se puede hacer para enfrentar el manejo de la PA? ¿Cómo se puede avanzar para lograr manejarla?
- Zuleta planteó que lo único que se ha hecho es mantener el *statu quo*. Sin embargo, las decisiones seguirán haciéndose con alta incertidumbre, pero ello no debe ser motivo para no adoptar decisiones en el subsector artesanal.
- Moreno señala que le parece bien que la pesquería artesanal finalmente sea sujeto de medidas de manejo, porque no se puede continuar sin ordenamiento en toda el área de esta pesquería, en particular, dadas las circunstancias actuales.
- Zuleta resalta que es necesario que se hagan evidentes estas situaciones, con el fin de que la SSPA realice avances claros.

El Presidente anuncia que debe retirarse por razones de cumplir con su tratamiento médico (16:10 h) y propone que Pedro Rubilar continúe transitoriamente como presidente del GT hasta finalizar la sesión. La SE le recuerda la agenda restante (TTR de la

RpP y el Plan de Manejo).

### 2.6. Propuesta de Pesca de Investigación 2013

Rubilar presenta el programa de marcaje plurianual, respecto del cual, lamenta que hayan surgido escollos tan pronto en su desarrollo.

Objetivos del estudio:

- i) Fortalecer la medición de C y E propuesto por CEPES para mejorar el Índice de abundancia
- ii) Interacciones con Mamíferos: Monitoreo de N y composición de los mamíferos
- iii) Analizar la composición anual de la captura
- iv) Composición y abundancia de la FA

Respecto de lo anterior, señala los aspectos más cruciales a considerar para el logro de cada uno de esos objetivos.

Respecto del primero de ellos, señala que es necesario mejorar las observaciones del proceso de Captura y mejorar la medición del Esfuerzo de pesca. En cuanto a las interacciones con mamíferos, destaca el análisis de las variaciones espaciales y temporales de la N de mamíferos (máximo entre septiembre y octubre) se deben a las migraciones estacionales de éstos y otros factores (flotas extranjeras). Estima una tasa de depredación de entre el 2 al 8%.

Por su parte, respecto de la composición anual de la captura, se constata que al Norte del Estrecho se encuentran ejemplares de tallas menores (juveniles). Recuerda que la evaluación de stock no cuenta con una señal de la fuerza del Reclutamiento. ¿Dónde encontrarla? ¿En la pesquería de palangre de merluza austral? ¿Cómo hacer un programa de monitoreo de la FA en MAu?. Asimismo, se plantea la siguiente pregunta: ¿dónde se encuentran las áreas de crianza de estos bacalaos que después se reclutan a la pesquería? ¿En el Atlántico?. Informa que la flota industrial (además de la artesanal), también captura ejemplares juveniles, por distintas razones: porque tienen mejores rendimientos y porque el mercado también asigna valor a bacalaos pequeños, por lo que hay buques que los pescan como objetivo (pero que sólo los evitan el límite austral de la ZEE).

Respecto de la composición y abundancia de la fauna acompañante (FA), recuerda que la principal crítica realizada por el Acuario de Monterrey es que Chile no cuenta con antecedentes de la fauna acompañante u otra incidentalizada en esta pesquería. Por su parte, añade que no se monitorean los Macruridos, que son fauna predominante en las capturas de bacalao industrial.

Y respecto del marcaje, señala que éste podría seguir siendo ejecutado por las mismas

# Comité Científico Pesquerías de Aguas Profundas (CC-PAP)

## Grupo Científico-Técnico Asesor Pesquería del Bacalao de profundidad (GT-BAC)

---

tripulaciones que han sido capacitadas para esos fines. En ese contexto, los muestreadores del Programa de Seguimiento y los Observadores Científicos (OC) debieran dedicar un tiempo para supervisar y asegurar el cumplimiento de los protocolos de marcaje y de la recaptura. Señala que debiera aumentarse la tasa de marcado, a niveles mayores a 1 bacalao por tonelada capturada, como se ha establecido actualmente, a fin de lograr alcanzar cifras más importantes que permitan la estimación de varios indicadores con menos incertidumbre.

Para esos fines, propone fortalecer la difusión en Chile, Argentina y Malvinas del Programa Nacional de Marcaje de Bacalao.

### Comentarios:

- Quiroz señala las exigencias de la CCAMLR para el marcaje y las sanciones (multas) por incumplimiento
- Rubilar destaca también las necesidades de rigurosidad en la aplicación del protocolo de marcaje y en el reporte de las marcas (envío de datos)
- Zuleta plantea que debería considerarse seriamente alcanzar el estándar de marcaje de la CCAMLR (entre 3 y 5 peces por tonelada de captura) y también, del error de detección. Al respecto, señala que los OC pueden hacer experimentos para medir los errores de detección.
- Rubilar también plantea que debe solicitarse un registro más preciso de la captura del lance (tanto para los ejemplares marcados como los no marcados) a fin de que ello permita aplicar bien los factores de expansión, que se requerirán para los análisis y resultados del programa de marcaje. Al respecto, señala que dentro del protocolo de marcaje, se privilegia el marcaje de noche, para evitar daños oculares en los ejemplares, pero también, la depredación. Se señala que la cooperación del personal de la base de IFOP ha sido excelente, tanto en tierra como a bordo. Y que las recompensas se han constituido en un estímulo importante para las tripulaciones (e. g., US\$ 10, casacas de Polar, etc.).
- Zuleta plantea el impacto que producirá en las expectativas de todos los involucrados ante la eventual interrupción del Programa de Marcaje.

### Respecto de la Propuesta de PI de CEPES:

- Quiroz reconoce el valor de la PI como investigación científica y el aporte de información. Pero no justifica las capturas para las muestras biológicas. Considera una lástima que se llegue a perder esta investigación por estas limitaciones.

# Comité Científico Pesquerías de Aguas Profundas (CC-PAP)

## Grupo Científico-Técnico Asesor Pesquería del Bacalao de profundidad (GT-BAC)

---

- Zuleta señala que la investigación del proceso de pesca es importante, por las innovaciones tecnológicas y las interacciones con mamíferos.
- Añade que el marcaje ha sido mucho mejor recibido que lo anterior y sus aportes son muy claros también, pero considera que la investigación del proceso de la pesca ha sido fundamental para entender cómo generar un buen indicador de abundancia, dadas sus implicancias para la evaluación de stock y la estimación de la biomasa del recurso. No descarta que lo único que se mantenga sea el marcaje, aunque piensa las otras investigaciones podría seguir las haciendo directamente con la flota pesquera.
- Quiroz señala que los montos de captura destinada al monitoreo en la PI son inviables bajo el actual marco legal. Asimismo, reconoce que IFOP no emprendió el trabajo de mejorar el monitoreo, por rigideces institucionales.
- Por su parte, Zuleta reconoce que el nombre de la PI ha sido probablemente inadecuado, porque lo relevante es que se ha montado un proceso de investigación de la pesquería.
- Quiroz refiere que en la CCAMLR se tienen protocolos distintos para el monitoreo y la investigación.
- Zuleta señala que esta PI es más bien una Pesca Experimental en muchos aspectos, por cuanto hay muchos factores incontrolables, lo que más bien hace que sea una mezcla de ambas. Esperaban un mayor apoyo de la SSPA, en términos de fondos y aportes. Critica que en la SSPA no haya planeación. Finalmente, puntualiza que, más que establecer estándares, lo que importa es montar un proceso.
- Quiroz concuerda y señala que es desgastante tener que estar demostrando siempre los aportes.
- Zuleta señala que la SSPA debiera pronunciarse si realmente quiere apoyar esta iniciativa y que, en ese caso, el mecanismo de la misma PI debiera contemplar esos aportes.

### 2.7. TTR de la Revisión por Pares de la Evaluación del Bacalao

El SE informó que la SSPA licitara este estudio durante el presente año, con el objetivo de revisar las evaluaciones de stock realizadas y recoger recomendaciones de expertos para mejorar los aspectos metodológicos.

### 2.8. Plan de Manejo

El SE expuso los lineamientos que está desarrollando para abordar un trabajo a nivel nacional conducente a formular planes de manejo para este recurso. En función de las características notoriamente diferenciales de esta pesquería a nivel nacional, distinguió dos grandes unidades espaciales y sus respectivas formas de abordamiento que está analizando la SSPA.

#### Unidad de Pesquería Licitada en el área al sur del paralelo 47° LS:

- El SE informa al GT las gestiones que se han venido haciendo para iniciar la formulación de un Plan de Manejo para la UPL. Se indica que en marzo del 2012 se constituyó una Comisión de Manejo con los armadores que poseen los Permisos Extraordinarios de Pesca (PEPs) en esa pesquería. Como consecuencia de esa decisión, en octubre del 2012 CEPES remitió un documento a la División de Administración Pesquera, donde propuso una forma de organización y acompañó con un breve resumen donde los mismos actores plantearon sus preocupaciones, inquietudes y problemáticas.
- Zuleta presenta los documentos preliminares que han intercambiado con SSPA para iniciar ese trabajo. Se analizan los términos y contenidos propuestos y se entregan al GT para ser tenidos en cuenta como una referencia para el trabajo futuro de la SSPA.
- El SE indicó que las modificaciones de la Ley de Pesca han cambiado el escenario sobre el cual se venían realizando esas conversaciones, se requeriría que en los siguientes pasos se considere el nuevo marco legal y normativo, que se incluya a los nuevos armadores artesanales que actualmente también tienen PEPs.
- Estima que esto quedará reflejado en la creación del Comité de Manejo, que deberá establecerse una vez que se formalice el respectivo reglamento. Por de pronto, seguirán las conversaciones dentro del marco que habían venido haciéndose, a fin de allanar las contingencias actuales.

#### Pesquería del Área al Norte del paralelo 47° LS:

- Al respecto, el SE informó que se ha iniciado un trabajo de coordinación interna en la Subsecretaría, que incluye la participación de los Directores Zonales de Pesca en esa gestión. Las primeras acciones, se orientan a identificar los representantes que participarán en Mesas de Trabajo, preparatorias del proceso de formulación del Plan de Manejo.
- Señaló que esa gestión es aún muy incipiente y, por ahora, se orienta a responder a

# Comité Científico Pesquerías de Aguas Profundas (CC-PAP)

## Grupo Científico-Técnico Asesor Pesquería del Bacalao de profundidad (GT-BAC)

---

problemáticas de corto plazo que han planteado algunas organizaciones de las regiones V, VII y XIV.

- Sin embargo, lo que se espera es establecer las Mesas de Trabajo macro-regionales, sobre cuya base, se organizará el proceso de elaboración del Plan de Manejo.
- Por su parte, la Directora Zonal, Srta. Rademacher informó del avance de sus gestiones para conformar una primera mesa en esta zona.
- Zuleta indica que los documentos deben ser actualizados a la nueva situación que genera la Ley. Frente a comentarios respecto de cómo se han organizado algunas Mesas de Trabajo, donde participan stakeholders y científicos, advierte que la incorporación de científicos a nivel del manejo no es recomendable, porque también tienen un sesgo (por la conservación) y éste puede distorsionar el trabajo de las Comisiones de Manejo. Distingue eso de la participación de algunos expertos que pueden ser convocados a para responder consultas y aclaraciones a esas Comisiones.
- Por su parte, Rubilar sugiere que la FAO podría colaborar en esas tareas, con sus especialistas.
- Zuleta concuerda que la SSPA no tiene especialistas en planificación. Señala que el más claro ejemplo de planes de manejo inconducentes es el Plan de Recuperación de Merluza común, que no ha sido desarrollado participativamente y que actualmente no cumple ninguna función para la cual se supone que habría sido diseñado. Advierte que eso es precisamente lo que debe evitarse hacer.

Se cierra la sesión a las 19:10 h debido a que los colegas de IFOP deben alcanzar el bus de retorno a Valparaíso.

## Anexo 3

# Lanzan estudio nacional del bacalao de profundidad en Magallanes.

---



*El Doctor Carlos Moreno durante la presentación del Programa Nacional de Marcaje del bacalao de profundidad.*

Punta Arenas, 19 de octubre de 2012.- Con el fin de obtener datos sobre aspectos claves de la presencia de bacalao de profundidad en aguas chilenas, como su nivel de abundancia, movimientos y conectividad de esta especie con áreas vecinas, se llevó a cabo hoy en la sede del Instituto Antártico Chileno (INACH), en Punta Arenas, el lanzamiento del primer Programa Nacional de Marcaje de este recurso.

La ejecución de este estudio, patrocinado por la Subsecretaría de Pesca y la Asociación de Operadores del Bacalao, representa un paso importante para apoyar el plan de manejo de este recurso en el país.

El lanzamiento del programa, fue encabezado por Maximiliano Alarma, de la Subsecretaría de Pesca, y contó además con la presencia de miembros del Consejo Zonal de Pesca XII Región, Servicio Nacional de Pesca, Instituto de Fomento Pesquero, Instituto Antártico Chileno, Universidad de Magallanes, Asociación de Operadores del Bacalao, Armada de Chile, Federación de Industriales Pesqueros del Sur (FIPES).

Durante el lanzamiento intervinieron Andrés Franco, por parte de la industria, y el Profesor Carlos Moreno, quien lidera científicamente el programa. “Lo que se busca es marcar y liberar tres mil peces por año, durante un período de tres años. A través de este método de trabajo, pretendemos reconstruir el área en que se desarrolla el ciclo de vida de este recurso”, señaló el Dr. Moreno, de la Universidad Austral de Chile, quien además ha desarrollado estudios en la Antártica.

Según el académico, es primera vez que la industria de pesca de profundidad financia un proyecto de esta envergadura, cuya inversión ascenderá a 60 millones de pesos anuales. Las empresas que participan y

financian este programa son Pesca Chile S. A., Globalpesca Spa, Pesca Cisne S. A. y Antarctic Sea Fisheries S.A, todas ellas con base en Punta Arenas y conforman la Asociación de Operadores del Bacalao.

El programa de marcaje centra su interés en el stock patagónico del bacalao de profundidad, localizado frente a las costas chilenas al sur de los 47 grados de latitud sur, en la llamada Unidad de Pesquería Licitada, con especial interés en aquella fracción que se ubica al sur del estrecho de Magallanes, frente a las costa de Tierra del Fuego, hasta el límite sur con Argentina. Esta zona ha sido considerada por algunos investigadores como el área fuente que abastecería o sostiene las pesquerías de este recurso en Chile, Argentina y las islas Malvinas (Falkland Islands).

El bacalao de profundidad (de nombre científico *Dissostichus eleginoides*) es un recurso pesquero (íctico) de profundidad de amplia distribución circumpolar antártica, que ha suscitado interés para su extracción comercial en todos los lugares en que se ha establecido su presencia. En Chile, las actividades de extracción de este recurso han permitido el desarrollo de una importante pesquería de altura en el área de Tierra del Fuego, desde comienzos de la década de los noventa.

El estudio de marcaje y recaptura es ejecutado por el Centro de Estudios Pesqueros (CEPES S. A.) y Ecofish Consultores S. A., y cuenta con el patrocinio de la Subsecretaría de Pesca de Chile y la Asociación de Operadores del Bacalao, que mantienen un programa de investigación colaborativa desde el año 2007. Además, cuenta con la contribución del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y el Instituto de Ciencias Ambientales y Ecología, de la Universidad Austral de Chile.

Texto y noticia original en:

<http://www.inach.cl/2012/lanzan-estudio-nacional-del-bacalao-de-profundidad-en-magallanes/>