



*Centro de Estudios Pesqueros S.A.*

PESCA DE INVESTIGACION BACALAO 2009

**Informe Primera Etapa**

“ Bases para un programa colaborativo de  
monitoreo científico en la pesquería del bacalao”

---

CEPES S.A.

Febrero de 2010

## **Informe Primera Etapa**

PESCA DE INVESTIGACION BACALAO 2009

“ Bases para un programa colaborativo de  
monitoreo científico en la pesquería del bacalao”

---

PROPONENTE

**Agrupación de Operadores del Bacalao**

EJECUTOR

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

Febrero de 2010

# Equipo de Trabajo

---

Centro de Estudios Pesqueros S.A. (CEPES S.A.)

Revisión y Supervisión

**Alejandro Zuleta**

Administración de datos

**Pedro Rubilar y Rommy Delgado**

Análisis

**Pedro Rubilar(CEPES)**

**Alejandro Zuleta(CEPES)**

**Fernando Balbontín (Universidad de Valparaíso)**

**Paola Troncoso (Universidad de Valparaíso)**

Apoyo actividades de Campo

**Miguel Donoso**

Observadores

**Francisco Valenzuela**

**Natalia Peña**

Edición

**Pedro S. Rubilar**

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>6</b>
1.1. Justificación . . . . .	9
1.2. Objetivos . . . . .	9
1.2.1. Objetivos principales . . . . .	9
1.2.2. Objetivo secundario . . . . .	9
<b>2. Materiales y métodos</b>	<b>10</b>
2.1. Área y período de estudio . . . . .	10
2.2. Buque participante . . . . .	10
2.3. Materiales y métodos generales . . . . .	10
2.3.1. Medición y toma de datos bajo la modalidad experimental. . . . .	11
2.3.2. Medición y toma de datos bajo la modalidad observacional . . . . .	13
2.3.3. Criterio de interacción . . . . .	13
<b>3. Desempeño relativo Espinel tradicional versus Cachalotera</b>	<b>16</b>
3.1. Materiales y métodos específicos . . . . .	16
3.1.1. Diseño experimental. . . . .	16
3.1.2. Enfoque Diseño basado . . . . .	16
3.1.3. Enfoque Modelo basado . . . . .	17
3.2. Resultados . . . . .	19
3.2.1. Presencia de Mamíferos . . . . .	19
3.2.2. Desempeño relativo diseño basado entre el espinel tradicional y la cachalotera. . . . .	21
3.2.3. Desempeño relativo modelo basado entre el espinel tradicional y la cachalotera. . . . .	24
3.3. Discusión . . . . .	26
<b>4. Cuantificación de la tasa de predación</b>	<b>29</b>
4.1. Materiales y métodos específicos . . . . .	29
4.1.1. Modalidad experimental. . . . .	29
4.1.2. Diseño experimental. . . . .	29
4.1.3. Medición experimental de la tasa de predación . . . . .	29
4.1.4. Medición observacional de la tasa de predación . . . . .	30

4.2.	Resultados . . . . .	30
4.2.1.	Medición de la tasa de predación desde datos experimentales . . . . .	30
4.2.2.	Medición de la tasa de predación bajo la modalidad observacional . . . . .	31
4.3.	Discusión . . . . .	31
<b>5.</b>	<b>Marcaje y recaptura</b>	<b>33</b>
5.1.	Materiales y métodos . . . . .	33
5.2.	Resultados . . . . .	34
5.2.1.	Diseño de la experiencia piloto de marcaje . . . . .	34
5.3.	Marcas . . . . .	37
5.3.1.	Tipo de marcas a usar . . . . .	37
5.4.	Materiales . . . . .	37
<b>6.</b>	<b>Análisis reproductivo</b>	<b>39</b>
6.1.	Antecedentes y objetivos. . . . .	39
6.2.	Resultados . . . . .	39
6.3.	Discusión . . . . .	41
<b>7.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>42</b>
7.1.	Presencia de mamíferos . . . . .	42
7.2.	Desempeño relativo entre el espinel tradicional y la cachalotera . . . . .	42
7.3.	Tasa de predación . . . . .	43
7.4.	Análisis reproductivo . . . . .	43
<b>8.</b>	<b>Referencias</b>	<b>45</b>

# Resumen Ejecutivo

Este documento corresponde al informe de la primera etapa de la Pesca de Investigación 2009 ejecutada por CEPES, que es parte del Programa de investigación colaborativa entre Subsecretaría de Pesca y los Operadores del Bacalao (OBAC) <sup>1</sup>.

Se informa sobre los resultados del desempeño relativo entre el espinel tradicional y cachalotera -medido bajo un diseño experimental-, sobre la cuantificación de la tasa de depredación, sobre los avances en la ejecución de la experiencia piloto de marcaje y el análisis del material reproductivo colectado.

La pesca de investigación, inicialmente estaba programada para ejecutarse en una sola etapa entre el 01 de mayo y 31 de noviembre del 2009. Arreglos operativos para el cumplimiento de los objetivos trazados, hicieron recomendable ejecutarla en dos etapas. La primera durante el año 2009 y la segunda en el primer semestre del 2010.

La ejecución de la primera etapa ocurrió dentro de la fecha autorizada, entre el 13 de junio y el 31 de agosto del año 2009, usándose como plataforma de investigación el BP Globalpesca I. En la fecha anteriormente indicada el buque operó en el área industrial de la pesquería del bacalao bajo un régimen de pesca de investigación con una captura autorizada de 90 toneladas, concentrando sus operaciones al sur del Estrecho de Magallanes. Las operaciones de pesca fueron divididas en una fase experimental y una fase observacional. La primera comprendió 60 lances de pesca (15 con Espinel tradicional, 15 Cachalotera sin Capuchón y 15 con Cachalotera), repartido en igual número en 4 zonas experimentales. El diseño experimental tuvo como variables controlables el arte de pesca, la zona y el esfuerzo de pesca. Operativamente se calaron los 3 artes en forma aleatoria y consecutiva en cada una de las zonas hasta completar un total de 5 réplicas.

La fase observacional, consistió en operaciones de pesca no sujetas a un diseño experimental. Bajo esta modalidad se realizaron 109 lances, cuatro de ellos fueron usados para ajustar el esfuerzo de pesca de la fase experimental. Las operaciones de pesca observacionales ocurrieron sólo con cachalotera y cubrieron un rango espacial mayor que la experimental. En esta fase se hizo un seguimiento y toma de datos riguroso, usándose para ello un protocolo similar al usado en la fase experimental.

Los resultados obtenidos desde la fase experimental, corroboran los obtenidos por CEPES en el sentido que la cachalotera presenta un desempeño relativo mayor que el espinel tradicional. Este rendimiento mayor de la cachalotera no puede ser atribuido únicamente a su capacidad para mitigar la predación de la captura, sino también a un poder de pesca mayor,

---

<sup>1</sup>Acuerdo adoptado en la reunión del 05 diciembre 2007, entre el Subsecretario de Pesca y los Operadores del bacalao, en dependencias de la Subsecretaría de Pesca en Santiago.

lo cual es un resultado importante de este estudio. Asimismo, los resultados obtenidos no pueden ser extrapolados a la flota, pues los artes usados, si bien tienen el mismo diseño que los artes usados comercialmente, difieren en tamaño, por lo tanto no son enteramente equivalentes. Para fines de evaluación y estandarización de la CPUE deben calcularse valores de desempeño relativos entre el espinel y la cachalotera, con datos comerciales, tal como el realizado por **Rubilar (2009)**, para la estandarización de la CPUE.

La tasa de predación estimada bajo el enfoque de diseño basado, es decir mediante el análisis directo de los datos sin mediar de por medio un modelo, se ubica en el rango de 8,6% al 11,3%, el cual contiene el valor de 10,4% estimado por CEPES durante el año 2009 y que fue usado para corregir la cuota de pesca. Estos valores son mayores a los estimados por **Moreno et al., 2003** en Chile y menores a los estimados por **Roche et al., (2007)** y **Tixier (2008)** en el sector de las Islas Crozet y Kerguelen. La estimación de **Moreno et al., (2008)** se ha reconocido que constituye una subestimación debido a la metodología usada; sin embargo, puede ser considerada como una tasa mínima observable y constituirse en un índice que puede entregar variaciones temporales. Nuestra estimación comparada con la de **Roche et al., (2007)** y **Tixier (2008)** es menor, y se explica entre otros factores porque ellos usaron datos de palangre en su medición y nosotros de cachalotera.

La experiencia piloto de marcaje se está realizando a bordo del BP Globalpesca I, sus resultados en conjunto con otros objetivos trazados para este segundo embarque serán reportados en un nuevo informe una vez terminada la marea y analizados sus datos.

El análisis de las muestras reproductivas no indican la presencia de hembras en desove ni desovadas. La totalidad de las hembras se encontraron en un estado de madurez avanzada (EMS 3, según la escala de madurez de **Kock y Kellerman, 1991**). Dado que todos los peces sobre la talla de primera madurez sexual de la muestra han iniciado su proceso de madurez sexual se estima que todos ellos desovarían durante la temporada. Las estimaciones de fecundidad obtenidas se ajustan a estimaciones de otros autores para esta especie. Finalmente, es importante destacar que la escala apreciativa de **Kock y Kellerman, (1991)**, presenta dificultades para serarar los estadios de madurez sexual 3 y 4, junto con considerar al estadio virginal con hembras en maduración y en reposo en un mismo grupo. Este es un aspecto que debe ser corregido si se usa esta escala para el seguimiento adecuado del proceso reproductivo en esta especie.

# Agradecimientos

El Centro de Estudios Pesqueros (CEPES) agradece a los Operadores del Bacalao de Profundidad, el financiamiento y su confianza depositada en la ejecución de esta Pesca de Investigación. A Subsecretaría de pesca por la autorización de la presente PI, la excelente 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 por sus miembros en cada uno de los temas tratados en esta investigación y a la discusión de los resultados de esta primera etapa.

El Centro de Estudios Pesqueros (CEPES) también agradece en forma muy especial al señor Eduardo Infante, Gerente General de Globalpesca SA, por poner a disposición de la presente pesca de investigación al BP Globalpesca I. Al señor Antonio Arias Candia, Jefe de flota de Globalpesca SA, por su siempre buena disposición y amabilidad en relación con la coordinación del embarque de los observadores y la preocupación por su bienestar. Al Capitán del Globalpesca I, señor Ernesto Sandoval por su siempre amable acogida a los observadores y su interés por cooperar con la investigación. Al Señor Andrés Montemuiño Ribeira, patrón de pesca del Globalpesca I, por su interés en los temas a investigar, su disposición y colaboración en todo momento con las actividades realizadas a bordo por los observadores. También a la tripulación del Globalpesca I, por su cooperación e interés en las actividades a bordo.

Finalmente, CEPES agradece a los observadores señor Francisco Valenzuela Fernández y señorita Natalia Peña Espinoza, por su esfuerzo en esta etapa de la investigación, y por sacar adelante la tarea a pesar de las dificultades suscitadas.



# Capítulo 1

## Introducción

Este documento corresponde al informe de la primera etapa de la Pesca de Investigación 2009 ejecutada por CEPES. Esta investigación autorizada por Subsecretaría de pesca mediante la R.Ex.Nr. 2059 del 10 de junio del 2009, es parte del programa de investigación colaborativa entre los Operadores del bacalao y la Autoridad pesquera, y cuenta con el respaldo y colaboración de las cuatro empresas que conforman la flota industrial que opera sobre el bacalao al sur del paralelo 47°S: Pesca Chile S.A., Globalpesca S.A., Pesca Cisne S.A. y Antarctic Sea Fisheries S.A..

La Pesca Investigación aborda aspectos importantes para la gestión de esta pesquería como lo es: 1) La medición de la tasa de predación<sup>1</sup> de mamíferos, 2) la medición confiable del poder de pesca relativo entre el espinel tradicional y la cachalotera, 3) la necesidad de generar de índices de la abundancia independientes de la pesquera y 4) la necesidad de reunir más antecedentes sobre el ciclo reproductivo y zonas de desove.

La interacción de cetáceos odontocetos, en particular orcas y cachalotes, con las pesquerías de palangre es un problema global y ocurre en muchas pesquerías (**Northridge, 1984; Northridge, 1991; Jefferson et al., 1991, Yano and Dahlheim, 1995; Secchi and Vaske, 1998; Hucke-Gaete et al., 2003, Kock et al., 2006**). Esta interacción ocurre en un amplio espectro que van desde enredos y daños a los artes hasta la depredación de la captura, que en algunos casos puede llegar a su totalidad. Según **Kock et al., (2006)** el tema esta bien documentado para la mayoría de los océanos mundiales, incluyendo las aguas adyacentes al oceano sur, tales como la costa patagónica y las aguas del sur de Chile (**Ashford et al., 1996; Crespo et al., 1997, 2000; Anon. 2000; Donoghue et al., 2002; Gonzales and Olavarría 2002; Hucke-Gaete et al., 2002; Purves et al., 2002; Dans et al., 2003, Hucke-Gaete et al., 2004; Purves et al., 2004**). Las comisiones de manejo internacionales también han tratado el tema y a nivel mundial, dos eventos han abordado esta problemática: 1) el workshop "Interaction Between Cetaceans and Longline Fisheries" de Apia, Samoa, 11-15 November 2002, y 2) el "Symposium on the Fisheries Depredation by Killer and Sperm Whales", realizado entre el 2-5 de octubre del 2006 en British Columbia. En estas reuniones internacionales se ha reconocido largamente: 1) la problemática que enfrentan las pesqueras en diversas partes del mundo, sean estas de arrastre, espinel o enmalle, y 2) la importancia e implicancias que tienen para los pescadores, el manejo y la conservación de las pesqueras.

---

<sup>1</sup>predación: toma de peces capturados desde el espinel por mamíferos marinos. Se diferencia de depredación que es una interacción ecológica donde un depredador toma de forma natural presas del ambiente.

La predación por estos cetáceos en la pesquería del bacalao de profundidad no es un hecho reciente. En el año 1995, en los inicios de la observación científica de CCAMLR<sup>2</sup>, **Ashford et al., (1996)** reportaron altos niveles de depredación que en algunos casos (lances) produjo la pérdida total de la captura. Similares observaciones han sido reportadas en otros lugares. **Crespo et al., (1997)** reportaron que orcas y cachalotes tomaron carnadas y peces desde el espinel en las cercanas de Tierra del Fuego. En las Islas Príncipe Eduardo, Sudáfrica, observadores han reportado que en algunas líneas viradas las pérdidas debido a la predación por orcas han sido más altas que el 50 % (**Tilney and Purves 1999**).

**Kock et al. (2006)** señalan que orcas y cachalotes toman un número sustancial de peces de la línea principalmente durante horas de luz. Las tasas de captura de los espineros disminuyeron a menos del 50 % cuando orcas ocurrieron cerca de buques de pesca mientras que la pérdida debido a cachalotes fue menos obvia. Los cachalotes fueron vistos zambulléndose cerca de la línea bajo los 400 m donde ellos al parecer tomaron peces. Su impacto sobre las tasas de captura fue mucho menos evidente.

Estos antecedentes, no obstante lo importante que puedan resultar, apuntan a medir y/o constatar la interacción de los mamíferos con la pesca o bien la interacción la pesca con los mamíferos marinos, a través de la ausencia y presencia de mamíferos durante las operaciones de pesca, la presencia de restos de peces en los anzuelos y daños a mamíferos y artes de pesca. Por lo general, la medición de la tasa de predación, o la pérdida de captura por acción de los mamíferos no ha sido bien evaluada o medida. Esto es particularmente cierto en la pesquera del Bacalao en Chile.

Un trabajo que en su momento intentó hacer una medición de la tasa de predación fue el de **Moreno et al., (2003)** y **Hucke et al., (2004)** quienes a través de la cuantificación de los restos de peces presentes en los anzuelos al momento del virado estimaron una tasa de predación promedio de un 3 % en la pesquera industrial Chilena, concluyendo que la tasa de predación de mamíferos odontocetos (orcas y cachalotes) en Chile no es un factor importante. Esta cifra, ha sido muy criticada por los pescadores y con justa razón pues subestima las pérdidas de captura infringidas por orcas y cachalotes. Se ha reconocido con el tiempo que esta cifra es una subestimación (**Moreno et al., 2008**) y que tal como se concluye en el Simposio de Samoa del año 2002, un valor de depredación calculado en base a esta metodología sólo puede ser considerado como un índice relativo mínimo que permitiría seguir los cambios temporales y espaciales de la predación.

Dos estudios que han estado dirigidos a medir la tasa de predación en el bacalao de profundidad han sido los de **Roche et al., (2007)** y **Tixier (2008)**. **Roche et al., (2007)**, con datos colectados por observadores científicos entre 2003 y 2005, evaluaron el efecto de la predación comparando la CPUE (gr/anz) de cada lance en ausencia y presencia de mamíferos, ya sea separadamente o en conjunto, y encontraron que la CPUE en la ZEE de Isla Crozet disminuyó 22.5 % en presencia de orcas, 12.1 % en presencia de cachalotes y 42.5 % en presencia de ambas especies.

**Tixier (2008)**, para datos del período 2003-2007, de la pesquería de Bacalao en las Islas Crozet, usando la metodología de **Roche et al., (2007)**, es decir comparando los valores de CPUE en ausencia y presencia de cetáceos odontocetos estimó una tasa de predación total para el periodo del 33 % que se descompone en un 13.5 % debido sólo a orcas, en un 3.7 % debido solo a cachalotes y un 16 % para las dos especies asociadas.

---

<sup>2</sup>Commission for Conservation of Antarctic Marine Living Resources

En el informe de pesquerías del año 2008 de CCAMLR, la tasa de predación para las Islas Crozet fue estimada en un 25 % (Appendix M del Fishery Report, CCAMLR<sup>3</sup>). En las Islas Prncipe Eduardo, el Grupo de Trabajo de CCAMLR incitó al despliegue de un observador científico por Sudáfrica para recopilar más información (Appendix N del Fishery Report), ya que los niveles de depredación reportados por pescadores son marcadamente más altos que en otras pesquerías de bacalao de profundidad en el área de la convención.

En Chile, basados en la insistencia de los pescadores en relación con la predación, CEPES el año 2006, introdujo a nivel del GT-BAC, esta preocupación y comenzó a reunir información al respecto. Asimismo, dada las discrepancias observadas en los ajustes de la CPUE para los años más recientes en la evaluación de stock, introdujo vía el modelo de evaluación una estimación de esta tasa de predación, cuyos resultados indicaron valores entre 20 a un 25 % (CEPES, 2006, 2007, 2008). Estos valores fueron tenidos en cuenta para corregir los niveles de CTP. El fenómeno de la predación ha sido reconocido por la autoridad pesquera como algo importante para la pesquería y su manejo, y en los últimos dos años, la tasa de predación a pasado ser un actor importante en el cálculo de la cuota de pesca al estar considerada en la regla de decisión.

La importancia que reviste para la pesquería contar con estimaciones confiables de los niveles de predación ha sido reconocido a por el GT-BAC, la comisión de manejo y en el convenio de investigación colaborativa entre Subsecretaría de pesca y los operadores del bacalao.

Otra de las necesidades ampliamente reconocida al interior GT-BAC es la generación de índices de abundancia independientes de la pesquería que permitan mejorar el conocimiento sobre el estado del recurso y su sustentabilidad. Varias metodologías han sido citadas como posibles, entre ellas los survey de CPUE con palangre y el marcaje. El marcaje parece ser una alternativa interesante de analizar, ya que los survey de CPUE con palangre presentan aspectos técnicos y operativos, que es necesario soslayar.

La técnica de marcaje permite estimar además: i) el movimiento de los peces y la conectividad entre las distintas áreas a lo largo de la costa chilena y con el Atlántico y, ii) algunos parámetros del ciclo vital. Esta metodología ha sido y está siendo usada en el bacalao de profundidad por la CCAMLR<sup>4</sup>, USA, Reino Unido, Sudáfrica, Francia, Nueva Zelanda, Argentina y Australia, entregando importante información sobre los movimientos de los peces, la estructura poblacional y tamaños de stock. Australia, para fines de evaluación del stock de bacalao de profundidad de las Islas Macquaire, tiene montado un programa continuo de marcaje que data desde 1995 (de la Mare & Williams, 1997; Tuck *et al.*, 2003), y otro en las Islas Heard y McDonald, desde 1997, que ha proporcionado datos sobre migración, edad y crecimiento. El Reino Unido usó esta metodología para estudiar el movimiento de los peces con fines de identificar la estructura poblacional del recurso en sus aguas territoriales de Islas Falkland e Islas Georgia del Sur. Nueva Zelanda inició en la temporada 200/01 un programa de marcaje sobre *Dissostichus sp* en el Mar de Ross, y el año 2003 analizó la factibilidad de usar esta metodología para evaluación de stock de *D. mawsoni* (Sullivan *et al.*, 2003). Estados Unidos, tiene un programa de marcaje sobre *D. mawsoni* en la bahía McMurdo Sound en el Mar de Ross, desde 1973. La CCAMLR, tiene un programa de marcado de *Dissostichus spp.* aplicable a las pesqueras de palangre exploratorias, sobre el cual se han acoplado una serie de experimentos y programas de marcaje de los países miembros

<sup>3</sup>ver:<http://www.ccamlr.org/pu/s/pubs/fr/drt.htm>

<sup>4</sup>Commision for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources

(ver: <http://www.ccamlr.org/pu/s/sc/tag/intro.htm>).

Al interior del GT-BAC y en reuniones directas, SUBPESCA ha manifestado, entre otros temas, la necesidad de reunir más antecedentes sobre el ciclo reproductivo y áreas de desove, específicamente en el área y período que cubre la veda reproductiva<sup>5</sup> de este recurso. Este tema forma parte también del programa de investigación colaborativa entre SUBPESCA y los Operadores, y que CEPES comparte plenamente, ya que la información que sirvió para fundamentar esta medida no es enteramente concluyente y no ha sido actualizada desde su entrada en vigencia el año 1996.

## 1.1. Justificación

Las necesidades antes mencionadas constituyen aspectos claves para la evaluación del status, estimación de la CTP y gestión de la pesquera. Dada su importancia, han sido reconocidas **como prioritarias** por el GT-BAC y también por el programa de investigación colaborativa entre SUBPESCA y los operadores del bacalao, y por la SUBPESCA misma.

Por lo tanto, esta pesca de investigación autorizada por SUBPESCA se ajusta bien a los requerimientos de investigación que preocupan a la administración, a los científicos y a los usuarios, y por ende pretende contribuir de manera directa a la gestión pesquera de este recurso.

## 1.2. Objetivos

Los objetivos planteados para esta investigación, divididos en principales y secundarios, son:

### 1.2.1. Objetivos principales

1. Comparar el desempeño relativo entre el espinel tradicional y la cachalotera.
2. Medir la tasa de depredación mediante un diseño experimental y la influencia de la abundancia relativa de mamíferos presentes en las operaciones de pesca.
3. Implementación de un programa de marcaje y recaptura para construir un índice de abundancia independiente de la pesquera entre los (47°S- 57°S).

### 1.2.2. Objetivo secundario

1. Recolectar muestras biológicas para un estudio de la reproducción en el área sur austral de la pesquera (53°S- 57°S), sobre la cual existe una veda reproductiva.

---

<sup>5</sup>Veda reproductiva: desde los (53°S- 57°S), en el período comprendido entre 01 junio al 31 de agosto, establecida por DS N 273 de 1996, publicado en el Diario Oficial el 06-dic-1996.

## Capítulo 2

# Materiales y métodos

En este capítulo se describen los aspectos generales de la metodología usada en la investigación. Aspectos metodológicos particulares para el desarrollo de cada objetivo se describen en los capítulos correspondientes.

### 2.1. Área y período de estudio

El área de estudio comprendió la Unidad de Pesquera Sur, definida entre el paralelo 47° S y 57° S, y desde la línea de base recta hasta el límite oeste determinado por el límite de la ZEE (**Figura 2.1**).

El estudio programado, entre el 1 de mayo y el 31 de noviembre de 2009, ambas fechas inclusive, fue dividido en dos etapas. La primera entre el 13 de junio y 31 de agosto del año en curso, para desarrollar los objetivos principales 1 y 2 y el objetivo secundario. La segunda etapa a realizarse a partir del 5 de enero del 2010, fue destinada a la ejecución del objetivo principal 3.

### 2.2. Buque participante

En esta fase y tal como se indicó en la propuesta técnica participó un sólo buque palangrero congelador, el BP Globalpesca I (**Figura 2.2**), que forma parte de la flota que opera en la pesquera del bacalao y cuyo armador es la empresa GLOBALPESCA S.A.

### 2.3. Materiales y métodos generales

Se usarón dos modalidades operativas para la obtención de la información en esta primera etapa, la **modalidad experimental** y la **modalidad observacional** de acuerdo con los TTR de la PI. La modalidad experimental, consistió en operaciones de pesca que fueron realizadas en base a un protocolo derivado de un diseño experimental donde se controló las variables **Arte de pesca**, **Zona** y **esfuerzo de pesca**. La modalidad observacional consistió en operaciones donde las variables controladas en el experimento quedaron libres, pero

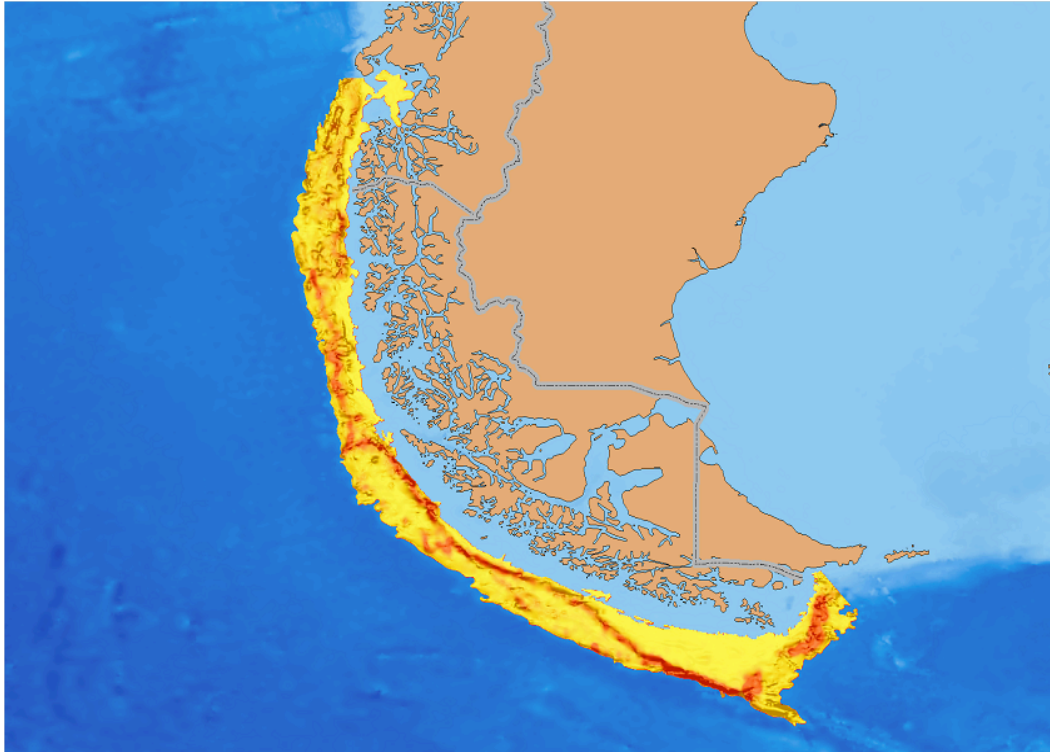


Figura 2.1: Área de estudio.

sujeta al mismo esquema de observación y medición aplicado en la modalidad experimental.

### 2.3.1. Medición y toma de datos bajo la modalidad experimental.

La modalidad experimental, se realizó de forma alternada entre el 15 de junio y 22 de agosto. Las fechas exactas de realización de esta etapa en cada zona experimental se indica en la **Figura 2.3**. Sólo en los experimentos de la zona 1 fue necesario realizarlos en dos períodos para completar el número programado de 5 lances con cada arte de pesca, totalizando 15 lances en cada lugar y 60 en total para las 4 zonas establecidas. En este período el barco destinó 18 días para desarrollar el protocolo de pesca experimental, más dos días a afinar la operación con los tres artes de pesca en forma simultánea, correspondiendo a los lances 1 al 4.

La unidad experimental considerada fue la operación de pesca denominada lance que consiste de una acción de calado y virado de un arte de pesca. El lance ocurre en un determinado tiempo y lugar, donde el arte calado ejerce influencia sobre un área determinada, y cuya efectividad esta determinada principalmente por la carnada y el tiempo de reposo.

Las zonas experimentales fueron elegidas a priori entre los investigadores y el patrón de pesca y se indican en la **Figura 2.4**. En la misma figura se muestra la posición de los lances experimentales realizados en cada una de ellas.



Figura 2.2: BP Globalpesca I.

### Protocolo experimental

El protocolo seguido por los observadores a bordo del BP Globalpesca I, con la finalidad de obtener la información y datos de la etapa experimental fue el siguiente:

1. Durante 18 días el buque realizó lances de pesca calando diariamente **Cachalotera** , **Cachalotera sin capuchón** y **Espinel tradicional**.
2. El número de anzuelos para los tres artes de pesca usados fue muy parecido, cuya cantidad fue adoptada, despues de los 4 lances preliminares de ajuste de la parte operativa. Se usaron 200 cachaloteras (CCC) y 200 cachalotera sin capuchón (CSC) cada una con 8 anzuelos, lo que totalizó por cada lance y arte 1600 anzuelos. En el caso del espinel se usaron 2500 anzuelos en todos los lances realizados con este arte.
3. El experimento se llevó a cabo en cuatro zonas elegidas, cuya visita tuvo la siguiente secuencia, Zona 1, Zona 2, Zona 1, Zona 3 y Zona 4, elección hecha a priori y que fue una modificación de carácter operativo en relación con los TTR.
4. Durante 4 a 5 días consecutivos el buque realizó operaciones de pesca en cada una de las zonas, calando en forma consecutiva los 3 aparejos, eligiendo cada día en forma aleatoria cual calar primero. Este orden tambien fue considerado para el virado.
5. En cada lance de pesca se reportó toda la información y datos consignados y otra adicional para el entendimiento de las operaciones de pesca.

		JUNIO																														
Modalidad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Area																1	1	1	1													
Nº Lances experimentales																1	2	4	2													
Nº Lances No experimentales														3	1					2		3	2	2		1	2	3	3	1	2	
Total lances														3	2	2	4	2	2	s/l	3	2	2	s/l	1	2	3	3	1	2		
Actividad														zar	nav	ze	ze	ze	ze	zp	zp	zp	zp	zp	PW	zp	zp	zp	zp	zp		
		JULIO																														
Modalidad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Area		2	2	2	2									1	1						3	3	3	3					4	4	4	
Nº Lances experimentales		2	5	6	2									3	3						3	6	3	3					3	3	6	
Nº Lances No experimentales		2	1				4	2	2	2	1	3	1	1	1	3	2	3	2	2					2	2			2			
Total lances		2	3	5	6	2	4	2	2	2	1	3	1	4	4	3	2	3	2	2	3	6	3	5	2	s/l	s/l	s/l	2	3	3	6
Actividad		zp	ze	ze	ze	ze	zp	zp	zp	zp	zp	zp	zp	ze	ze	zp	zp	zp	zp	zp	ze	ze	ze	ze	zp	F	F	nav	ze	ze	ze	
		AGOSTO																														
Modalidad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Area		4																														
Nº Lances experimentales		3																														
Nº Lances No experimentales			3	3	2	3	2	4	3	3	1	2	2	s/l	2	2	s/l	3	3	3	2	2	1									
Total lances		3	3	3	2	3	2	4	3	3	1	2	2	s/l	2	2	s/l	3	3	3	2	2	1									
Actividad		ze	zp	zp	zp	zp	zp	zp	zp	zp	zp	zp	nav	zp	zp	nav	zp	zp	zp	zp	zp	zp	zp	zp	zp	nav	nav	PA				

Figura 2.3: Descripción diaria del número de lances experimentales y no experimentales, actividad, y fecha en que se realizaron los lances experimentales en las zonas elegidas. Nomenclatura: **zar**:zarpe, **nav**: navegando, **ze**: zona experimental, **zp**: zona de pesca, **PW**: Puerto Williams, **F**: Fondeado o capeo mal tiempo

- En relación con los mamíferos se registró la presencia o ausencia, y su cantidad por especie en cada lance. En forma adicional se registró la **presencia de restos de peces** en el aparejo, lo cual es una evidencia de interacción con la pesca.
- El conteo de mamíferos por especie se realizó 3 veces durante el virado y en la bitácora fue registrado el número máximo observado en cada lance.

### 2.3.2. Medición y toma de datos bajo la modalidad observacional

Bajo esta modalidad, el buque realizó lances de pesca libres que fueron monitoreados por los observadores a bordo, de acuerdo con el protocolo establecido en los TTR de la PI. En esta fase la información recogida fue la indicada en la bitácora de pesca diseñadas para tal efecto por CEPES, al igual que el muestreo de tallas y muestreo biológico.

En la fase observacional se realizaron un total de 109 lances, todos con “cachalotera”, y su lugar de calado y esfuerzo estuvieron sujetos sólo a la decisión del patrón de pesca. La posición de todos los lances realizados con esta modalidad se muestran en la **Figura 2.5**. Las operaciones de pesca libres tuvieron una distribución más amplia con una alta incidencia en las zonas experimentales, las cuales constituyen en régimen de pesca comercial caladeros habituales.

### 2.3.3. Criterio de interacción

**Koch et al. (2006)** y **Purves et al., (2004)**, optaron por definir la interacción de cetáceos con la pesca a partir de la presencia en la vecindad inmediata de los buques de pesca durante el virado, e indican que así se previenen de interacciones que no dejan evidencias o son



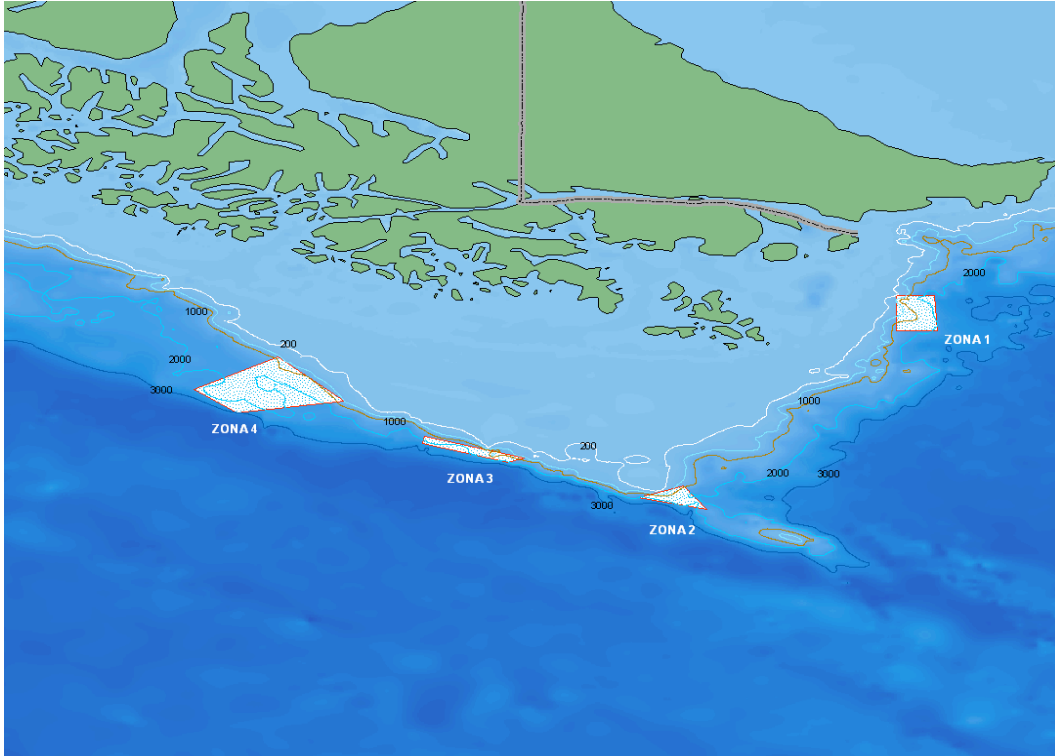


Figura 2.4: Zonas Experimentales

difíciles de identificar.

Nosotros definimos la interacción a partir de la no interacción. Es decir, como complemento de la no interacción. La no interacción de mamíferos con la actividad de pesca ocurre con certidumbre cuando **NO** hay registros observable ni contable de mamíferos en la vecindad de los buques de pesca ni tampoco se observa captura mordida o restos de peces en el virado. En todos los otros casos existe o bien no se puede descartar la interacción de mamíferos.

Bajo este criterio entonces todos aquellos lances que no se ajustan a la **NO** interacción van a ser considerados con interacción o lances con presencia de mamíferos en nuestros análisis.



Figura 2.5: Lances de pesca Experimentales (color verde) y no experimentales (color amarillo) efectuados en la PI bacalao 2009.

## Capítulo 3

# Desempeño relativo Espinel tradicional versus Cachalotera

### 3.1. Materiales y métodos específicos

El desempeño relativo entre el espinel tradicional y la cachalotera fue analizado bajo la modalidad experimental. El análisis de los datos se hizo siguiendo los enfoques Diseño basado y Modelo basado.

#### 3.1.1. Diseño experimental.

El conocimiento previo nos indica que las operaciones de pesca ocurren en caladeros y que la abundancia de peces en esos caladeros difiere o puede variar en el tiempo, por lo cual es adecuado considerar estos elementos al momento del diseño. La estructura del experimento que se propuso permite medir la eficiencia relativa entre el espinel tradicional y la cachalotera, fue un diseño de factorial con dos factores controlables y cinco replicas en cada combinación. El primer factor fue el arte de pesca con dos niveles: Espinel tradicional y Cachalotera. El segundo factor fue la zona experimental con cuatro niveles: Zona 1, Zona 2, Zona 3 y Zona 4. Factores operativos y de diseño determinaron que las unidades experimentales fueran realizadas en grupos en cada zona. Sin embargo al interior de cada zona los lances con cada arte de pesca fueron realizados en un orden aleatorio hasta completar 15 lances por zona.

Los tratamientos considerados para este análisis particular fueron lances con Espinel tradicional y lances con Cachalotera. La variable de interés elegida fue la Captura o la CPUE, cuya medición ocurre naturalmente durante el virado.

El diseño experimental supuso que la pesca repetitiva no tuvo efectos sobre la captura y CPUE en las zonas experimentales.

#### 3.1.2. Enfoque Diseño basado

Bajo este enfoque los datos experimentales fueron agrupados (estratificados) por arte (Cachalotera y Espinel), por zonas y en lances con interacción y sin interacción de mamíferos de acuerdo con el criterio de interacción. A cada estrato de interés se le obtuvo el estimador

de razón de la CPUE ( $y_{ij}$ ) :

$$\hat{y}_{ijk} = \frac{\sum_{r=1}^r C_{ijk}}{\sum_{r=1}^r f_{ijk}} \quad (3.1)$$

cuya varianza según **Cochran (1980)**, es:

$$var(\hat{y}_{ij}) = \frac{1 - r/N}{r f^2} (s_{C_{ij}}^2 + \hat{y}_{ij} s_{f_{ij}}^2 - 2\hat{y}_{ij} s_{Cf}) \quad (3.2)$$

donde,

- $y_{ijk}$  : CPUE del  $i$ -ésimo Arte bajo el  $j$ -ésimo nivel del factor Mamífero en la  $k$ -ésima Zona.
- $C_{ijk}$  : Captura del  $i$ -ésimo Arte bajo el  $j$ -ésimo nivel del factor Mamífero en la  $k$ -ésima Zona.
- $f_{ijk}$  : Esfuerzo del  $i$ -ésimo Arte bajo el  $j$ -ésimo nivel del factor Mamífero en la  $k$ -ésima Zona.
- $s_{C_{ijk}}^2$  : Varianza de la captura del  $i$ -ésimo Arte bajo el  $j$ -ésimo nivel del factor Mamífero en la  $k$ -ésima Zona.
- $s_{f_{ijk}}^2$  : Varianza del esfuerzo del  $i$ -ésimo Arte bajo el  $j$ -ésimo nivel del factor Mamífero en la  $k$ -ésima Zona.
- $s_{Cf}$  : Covarianza entre el esfuerzo y la captura.
- $r$  : Número de réplicas

El desempeño relativo fue descrito como la razón entre la CPUE del espinel tradicional y la CPUE de la cachalotera, expresada en porcentaje, y el desempeño realtivo global fue estimado mediante la suma ponderada de los desempeños relativos de cada estrato. El ponderador usado fue el número de observaciones por estrato sobre el número total de observaciones, como se indica en la ecuación siguiente:

$$\hat{y}_{ij.} = \frac{r_k^j}{\sum_{j=1}^j r_k^j} \sum_{k=1}^k y_{ijk} \quad (3.3)$$

### 3.1.3. Enfoque Modelo basado

El modelaje de la CPUE consideró como variables explicativas al arte de pesca, la interacción de mamíferos, la zona experimental, la fase lunar, las horas de reposo, la intensidad del viento y la semana del año, más la interacción de primer orden arte de pesca - mamíferos y la interacción arte de pesca-zona experimental. Lás demás interacciones no se consideraron importantes para determinar el desempeño entre el Espinel tradicional y la Cachalotera, y de existir se recogen en el término del error.

## Modelo

$$y_{ijklmhr} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + \zeta_m + \xi_h + \phi_v + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + \epsilon_{ijklr} \quad (3.4)$$

$\forall i = 1, 2$  Arte  
 $\forall j = 1, 2$  Mamíferos  
 $\forall k = 1, 2, 3, 4$  Zonas  
 $\forall l = 1, 2, \dots, l$  Semanas  
 $\forall m = 1, 2, \dots, m$  Fase lunar  
 $h$  Horas de reposo  
 $v$  Intensidad del viento  
 $\forall r = 1, 2, \dots, n$  réplicas

## Donde:

1. Variable dependiente ( $y_{ijklmhr}$ ): CPUE medida en ( $kg/anz$ ) o ( $número/anz$ ).
2.  $\alpha_i$ : Factor Arte de pesca, con los niveles: Cachalotera (CCC) y Espinel tradicional (ESP).
3.  $\beta_j$ : Factor Mamíferos, con dos niveles: 0 (sin interacción mamíferos) y 1 (con interacción mamíferos).
4.  $\gamma_k$ : Factor Zona, con cuatro niveles: ZONA 1, ZONA 2 , ZONA 3 y ZONA 4.
5.  $\delta_l$ : Factor Semana, con 12 niveles: Semana 24 a la Semana 3, más.
6. Las variables numéricas, hora de reposo ( $\xi_h$ ) y velocidad del viento ( $\phi_v$ ).

## Observación:

$\alpha_i = \mu_{i\dots\dots} - \mu$ , donde  $\mu_{i\dots\dots}$  es el rendimiento medio obtenido con el  $i$ -ésimo arte de pesca sin considerar los mamíferos, las zonas, la fase lunar, las semanas, las horas de reposo y la intensidad del viento, y  $\beta_j = \mu_{.j\dots\dots} - \mu$  es el rendimiento medio obtenido en el  $j$ -ésimo nivel del factor mamíferos sin considerar el arte, las zonas, la fase lunar, las semanas, las horas de reposo y la intensidad del viento,  $\gamma_k = \mu_{\dots k\dots\dots} - \mu$  es el rendimiento medio obtenido en la  $k$ -ésima zona sin considerar el arte, el factor mamífero, la fase lunar, las semanas, las horas de reposo y la intensidad del viento,  $\delta_l = \mu_{\dots l\dots\dots} - \mu$  es el rendimiento medio obtenido en la  $l$ -ésima semana sin considerar el arte, el factor mamífero, la fase lunar, las zonas, las horas de reposo y la intensidad del viento, y  $\zeta_m = \mu_{\dots\dots m\dots} - \mu$  es el rendimiento medio obtenido en la  $m$ -ésima fase lunar sin considerar el arte, el factor mamífero, la semana, las zonas, las horas de reposo y la intensidad del viento, .

## Supuestos:

- Homogeneidad de varianza:  $V(y_{ijklmhr}) = \sigma^2$  o equivalente a  $V(\epsilon_{ijklmhr}) = \sigma^2$ .
- La respuesta es normal:  $\epsilon_{ijklmhr} \sim N(0, \sigma^2)$ .
- Independencia: Las observaciones  $y_{ijklmhr}$  son independientes, bajo la hipótesis de normalidad es equivalente a decir que  $Cov(y_{ijklmhr}) = 0$  o equivalentemente los  $\epsilon_{ijklmhr}$  son independientes lo cual bajo la normalidad equivale a decir  $Cov(\epsilon_{ijklmhr}) = 0$ .

## 3.2. Resultados

Antes de entrar al análisis del desempeño entre el espinel tradicional y la cachalotera, haremos un breve análisis en la presencia de mamíferos durante los lances de la pesca de investigación.

### 3.2.1. Presencia de Mamíferos

De un total de 169 lances efectuados, 96 de ellos ocurrieron sin la presencia mamíferos y 73 con la presencia de mamíferos durante el virado. En la fase experimental en 24 de los 60 lances hubo mamíferos presentes en el virado, en tanto que en los 36 restantes no los hubo. En el caso de los lances observacionales, en 49 de ellos hubo mamíferos presentes y en 60 no los hubo (**Cuadro 3.1**). Esto indica que siempre hubo más lances sin la presencia de mamíferos, tanto en la fase experimental como observacional.

Como era de esperar la mayor frecuencia de lances con captura mordida fueron aquellos que contaron con la presencia de mamíferos marinos durante el virado. No obstante, también se registraron lances con captura mordida sin que se detectara la presencia de ningún mamífero alrededor del buque durante el virado. **Cuadro 3.2**.

La aplicación del criterio de interacción de mamíferos con la pesca indica que durante la fase experimental 26 de los 60 lances pueden calificarse de lances sin interacción o sin presencia de mamíferos. En la fase observacional fueron 40 los lances que no presentaron mamíferos en el virado ni captura mordida y por lo tanto pueden ser calificados de lances sin interacción. En los demás casos, tanto de la fase no experimental como experimental, hubo interacción de mamíferos **Cuadro 3.3**.

Cuadro 3.1: Lances con presencia de mamíferos en el calado y en el virado de la fase Experimental y observacional.

		Con Mamíferos	Sin Mamíferos	Total
Experimental	Calado	15	45	60
	Virado	24	36	60
Observacional	Calado	30	79	109
	Virado	49	60	109

Cuadro 3.2: Lances experimentales y observacionales, con captura mordida en presencia y ausencia de mamíferos marinos.

		Capt. Mordida	Con mamíferos	Sin mamíferos
Experimental	SI		30	1
	NO		3	26
observacional	SI		57	6
	NO		5	40
Total	SI		87	7
	NO		8	66

Cuadro 3.3: Número de lances con presencia de mamíferos en el calado y/o virado y captura mordida en las operaciones de pesca de la PI 2009.

Mamíferos Virado	Captura Mordida	Lances		
		Experimental	Observacional	Total
SI	SI	21	43	64
SI	NO	3	5	8
NO	SI	10	20	30
NO	NO	26	40	66
SI		0	1	1
		60	109	169

Un análisis del número de mamíferos marinos por especie indica que durante las operaciones de pesca hubo una mayor presencia de orcas (en 84 de los 169 lances), seguidas de los Cachalotes (en 59 de los 169 lances), Calderones (en 3 de los 169 lances) y lobos marinos (en 1 de los 169 lances). Las orcas fueron más comunes en grupos 4 a 6 individuos, en tanto que los cachalotes lo fueron individualmente o en par, aunque también se observaron manadas de hasta 9 individuos. Los grupos o manadas más grandes fueron observadas en las ballenas pilotos o calderones que ocurrieron en número de 18 a 20 individuos (**Cuadro 3.4**).

Un mirada gruesa a la presencia de orcas y cachalotes y los rendimientos de pesca (CPUE), indican claramente que los mamíferos marinos se concentran principalmente en aquellos lugares con mejores rendimientos de pesca, como la zona 3 y zona 2. No obstante, en esta PI las orcas estuvieron presentes en un rango más amplio habiéndolo sido observadas en entre la zona 1 y la zona 4. Los cachalotes estuvieron concentrados principalmente en las zonas 2 y 3 (**Figura 3.1**).

Cuadro 3.4: Número de lances con presencia de Orcas, Cachalotes y otros mamíferos en las operaciones de la PI 2009.

Grupos	Mamíferos			
	Orcas	Cachalotes	Lobos marinos	Calderones
1	-	14	1	-
2	1	24	-	-
3	13	7	-	-
4	17	1	-	-
5	17	1	-	-
6	15	7	-	-
7	-	1	-	-
8	12	2	-	-
9	2	2	-	-
10	6	-	-	-
12	1	-	-	-
18	-	-	-	1
20	-	-	-	2
Total	84	59	1	3

La presencia y ausencia de mamíferos durante el virado y la presencia de captura mordida pone de manifiesto dos escenarios interesantes para el análisis del desempeño relativo entre

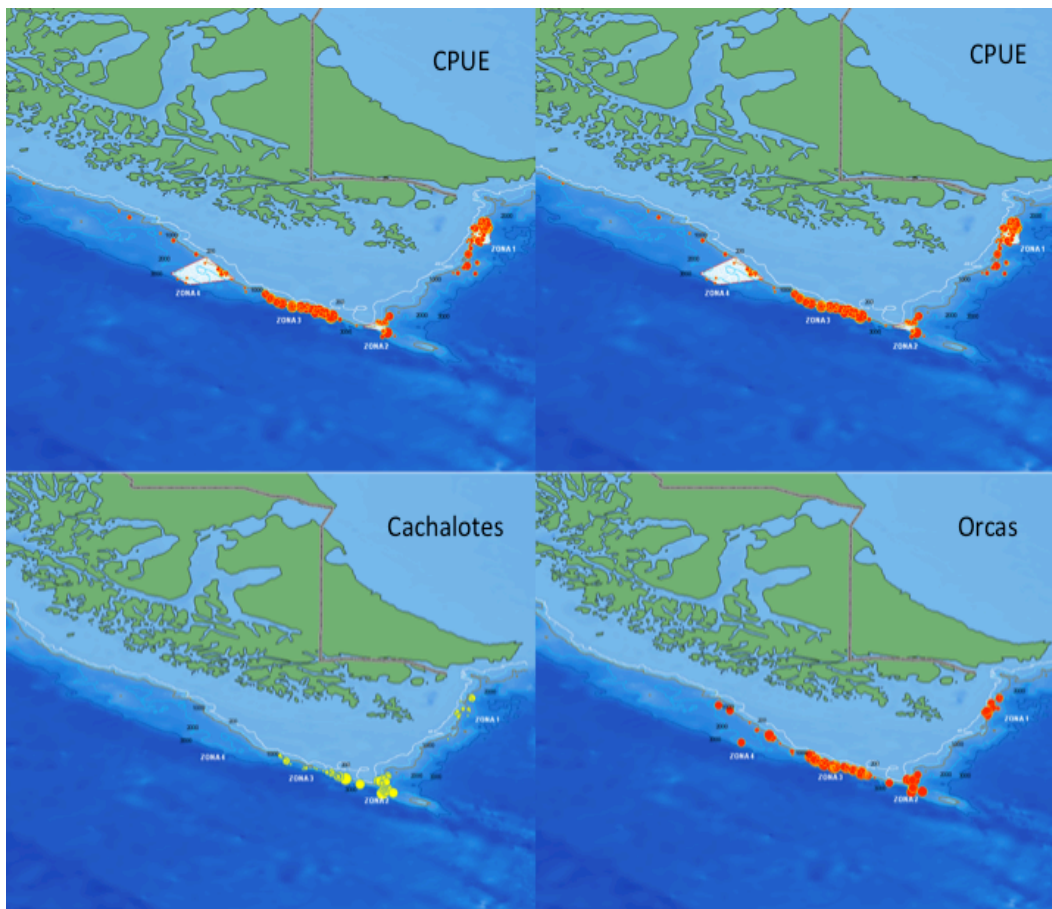


Figura 3.1: Rendimientos de pesca (CPUE) de los lances de los PI y la abundancia de Cachalotes y orcas observada.

el espinel y la cachalotera:

1. Sin interacción: en este caso la diferencia en rendimientos entre el espinel y cachalotera es un indicador de las diferencias en el poder de pesca de ambos artes.
2. Bajo Interacción: en este caso la diferencia en rendimientos del espinel y cachalotera es un indicador más complejo al confundirse la eficiencia del arte para evitar la predación de los mamíferos y sus poderes de pesca.

### 3.2.2. Desempeño relativo diseño basado entre el espinel tradicional y la cachalotera.

**En ausencia de interacción de mamíferos.**

La información disponible para analizar del desempeño relativo entre la cachalotera y el espinel tradicional en ausencia de interacción de mamíferos indica que sólo es posible realizar este análisis en las Zonas 1, 3 y 4, con el número de observaciones indicadas en el **Cuadro**



**3.5.** En el caso de la Zona 2, todos los lances con Cachalotera y Espinel tradicional ocurrieron bajo interacción de mamíferos.

Cuadro 3.5: Número de observaciones por arte de pesca y zona **sin presencia de interacción de mamíferos.**

	CCC	CSC	ESP
Zona 1	2	3	2
Zona 2	0	0	0
Zona 3	3	4	3
Zona 4	5	2	2

En ausencia de interacción de mamíferos y bajo la premisa que los supuestos de igual densidad en las zonas durante el período que duró el experimento (4 días), el rendimiento obtenido para cada arte es un estimador de su poder de pesca y su comparación entre artes es un estimador del poder de pesca relativo.

Los resultados muestran un poder de pesca marcadamente mayor de la cachalotera sobre el espinel. Este patrón se observa cuando la CPUE es medida en Kg/anuelos como en Kg/anuelos por el tiempo de reposo, siendo esta última la manera correcta de medir el esfuerzo de pesca aplicado en cada lance (unidad experimental). El tiempo de reposo de los lances experimentales estuvo en el rango de 6 a 23 horas.

A nivel del total y cuando la CPUE es medida como Kg/anz, el espinel alcanza a un 39,7 % del rendimiento de la Cachalotera. Esta diferencia también se aprecia en cada una de las zonas analizadas con cierta variabilidad entre ellas (**Cuadro 3.6**). Este resultado señala que independiente de la abundancia presente en un lugar determinado siempre la cachalotera va a presentar un valor esperado de CPUE mayor que el espinel tradicional.

Cuadro 3.6: Estimador de razón de la CPUE (Kg/anz) y su varianza, y la eficiencia relativa del espinel (ESP) en relación a la cachalotera (CCC) **en ausencia de interacción de mamíferos.**

	Cachalotera		Espinel tradicional		Eficiencia ESP versus CCC
	CPUE	var(CPUE)	CPUE	var(CPUE)	
Zona 1	0.2434	0.002107	0.0555	0.001911	22.8 %
Zona 3	0.3391	0.002257	0.1149	0.001958	33.9 %
Zona 4	0.0590	0.001913	0.0219	0.001890	37.1 %
Total	0.1799	0.002055	0.0714	0.001925	39.7 %

Cuando el esfuerzo de pesca es medido como el número anzuelos por el tiempo de reposo, el patrón general anteriormente descrito para la razón de CPUE se mantiene, es decir la cachalotera presenta un desempeño marcadamente superior al espinel tradicional (**Cuadro 3.7**). Estos resultados, derivados del experimento nos muestran y corroboran las diferencias de rendimientos en favor de la cachalotera encontradas por **Leal (2008)**, **Leal y Rubilar (2008)** y **Rubilar (2009)** en datos comerciales del año 2006 y 2007.

Cuadro 3.7: Estimador de razón de la CPUE (Kg/anz\*horas de reposo), su varianza y eficiencia relativa del espinel(ESP) en relación a la cachalotera (CCC) **sin interacción de mamíferos**.

	Cachalotera		Espinel tradicional		Eficiencia
	CPUE	var(CPUE)	CPUE	var(CPUE)	ESP versus CCC
Zona 1	0.0289	0.002110	0.0051	0.001919	17.7 %
Zona 3	0.0343	0.002154	0.0122	0.001976	35.4 %
Zona 4	0.0053	0.001920	0.0032	0.001904	60.9 %
Total	0.0187	0.002029	0.0076	0.001939	40.6 %

### Bajo interacción de mamíferos

El número de observaciones para la combinación ARTE y ZONA, en presencia de mamíferos, resultó en un número de datos variable por celdas, llegando incluso en algunas combinaciones a ser nula. En el caso específico la comparación del desempeño relativo entre la Cachalotera y el Espinel bajo interacción de mamíferos sólo es posible realizarla para las zonas 1, 2 y 3, ya que la zona 4 no presenta observaciones para la Cachalotera en presencia de mamíferos (**Cuadro 3.8**).

Cuadro 3.8: Número de observaciones (lances) con Cachalotera y Espinel tradicional en cada zona experimental bajo la interacción de cetáceos.

Zona	Arte de pesca	
	Cachalotera	Espinel
1	3	3
2	5	5
3	2	2
4	0	3

Los resultados para la CPUE medida en Kg/anz, indican que la cachalotera presenta un rendimiento marcadamente superior al espinel en cada una de las zonas experimentales (**Cuadro 3.9**), con 135 g/anz para la cachalotera y 27,5 gr/anz para el espinel en el total. También se observan diferencias importantes de rendimientos entre las zonas, siendo la zona 3 la que ostenta los rendimientos más altos.

Cuadro 3.9: Estimador de razón de la CPUE (Kg/anz), su varianza y la eficiencia relativa del espinel(ESP) en relación a la cachalotera (CCC) **bajo interacción de mamíferos**.

	Cachalotera		Espinel tradicional		Eficiencia
	CPUE	var(CPUE)	CPUE	var(CPUE)	ESP versus CCC
Zona 1	0.0167	0.001530	0.0024	0.001525	14.4 %
Zona 2	0.1232	0.001586	0.0334	0.001537	27.9 %
Zona 3	0.3444	0.001813	0.0560	0.001544	14.7 %
Total	0.1355	0.001600	0.0275	0.001532	20.7 %

Cuando el esfuerzo de pesca es medido como el número de anzuelo por el tiempo de reposo, el patrón anteriormente descrito no varía (**Cuadro 3.10**). Tal como era previsible los ren-

dimientos de ambos artes de pesca disminuyeron bajo interacción de mamíferos, alcanzando el espinel un desempeño relativo total en torno a la mitad del producido sin la interacción de mamíferos.

Cuadro 3.10: Estimador de razón de la CPUE (Kg/anz\*horas de reposo), su varianza y la eficiencia relativa del espinel(ESP) en relación a la cachalotera (CCC) **bajo interacción de mamíferos.**

	Cachalotera		Espinel tradicional		Eficiencia ESP versus CCC
	CPUE	var(CPUE)	CPUE	var(CPUE)	
Zona 1	0.0015	0.001533	0.0002	0.001525	10.9 %
Zona 2	0.0124	0.001592	0.0045	0.001549	36.0 %
Zona 3	0.0441	0.001766	0.0057	0.001555	12.8 %
Global	0.0155	0.001599	0.0034	0.001538	22.0 %

En presencia de interacción no es posible separar para cada arte el efecto del poder de pesca y de los mamíferos sobre la CPUE. Luego el rendimiento relativo, es un reflejo del poder de pesca y de la eficiencia de cada arte para mitigar la acción de los mamíferos, es decir, en presencia de mamíferos, las diferencias de rendimientos entre ambos artes no pueden ser atribuidas sólo a la capacidad de cada uno de ellos para mitigar la predación de los mamíferos.

En definitiva, la cachalotera presenta un rendimiento relativo mayor que el espinel en ausencia y presencia de mamíferos. La importante acción mitigadora de la predación durante el virado en conjunto con su poder de pesca mayor, justifican plenamente el uso y predominancia actual de la cachalotera en las operaciones de pesca.

### 3.2.3. Desempeño relativo modelo basado entre el espinel tradicional y la cachalotera.

El análisis preliminar de las variables propuestas para explicar las variaciones de la rendimientos de pesca en los lances experimentales parecen señalar que todas ellas son importantes para explicar la variabilidad observada de la CPUE, tal como se aprecia en la **Figura 3.2**.

Los resultados del modelo indican que sólo el factor ARTE, MAMIFEROS y ZONA son importantes (**Cuadro 3.11**). La Fase lunar (LUNA), la Semana (SEMANA), la intensidad del viento (VIENTO) y las Horas de reposo (HREP), más las interacciones ARTE:MAMIFEROS y MAMIFEROS:ZONA no son estadísticamente importantes para explicar la variabilidad de los rendimientos. La fase lunar está completamente confundida con el factor Zona, dado que durante el experimento cada zona fue visitada en una única fase lunar. Luego en presencia del factor ZONA el factor fase de la luna desaparece del análisis y no aporta información al análisis.

De las tres variables estadísticamente significativas, el factor ZONA es el que más explica la variabilidad de los rendimientos en el modelo completo con un 29,49 %, seguido del factor ARTE con un 15,41 % y del factor MAMIFEROS con el 6,56 %. El factor SEMANA aparece explicando sobre el 10 % de la variabilidad observada no obstante resultó no ser significativo estadísticamente.

Al sacar del análisis el factor ZONA, y realizar el análisis con las demás variables, el factor

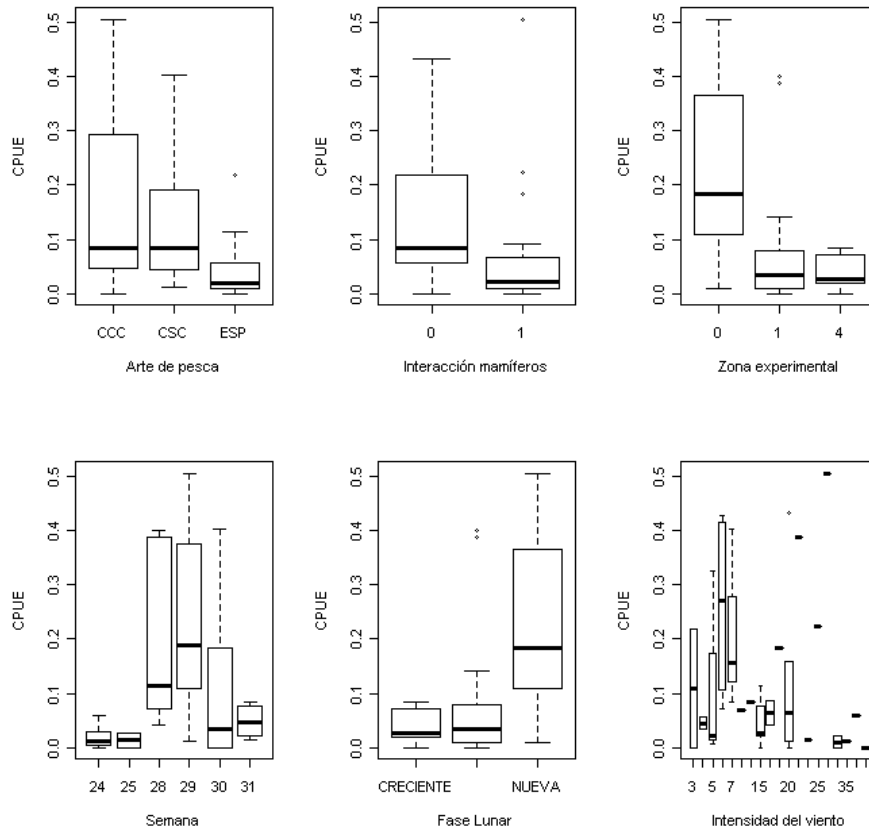


Figura 3.2: comportamiento de la CPUE para cada uno de las variables explicativas consideradas en el análisis de la CPUE.

SEMANA aumenta considerablemente su explicación de la varianza y se convierte en la variable que más aporta en este sentido con un 34,27 % (**Cuadro 3.12**). La LUNA que había desaparecido en presencia del factor ZONA, ahora se torna importante aportando un 5,67 %. Esto parece indicar que el factor temporal, representado en este análisis por la SEMANA, es muy determinante de los rendimientos sobrepasando al factor espacial representado por las zonas experimentales. Las variables intensidad del viento (VIENTO), Hora de reposo (HREP) y a las interacciones entre el arte de pesca y mamíferos y entre mamíferos y zona, resultaron no significativas.

En definitiva el modelo que resulta relevante para explicar los rendimientos de de pesca bajo el esquema experimental estuvo constituido por las variables SEMANA, ARTE, MAMIFEROS y LUNA, en el mismo orden de importancia (**Cuadro 3.13**), llegando en conjunto a explicar el 62 % de la variabilidad observada de la CPUE. El factor Arte de pesca aporta el 15,41 %. Bajo este análisis el desempeño relativo del espinel en relación con la cachalotera alcanza a un 89 %, valor bastante más alto que el estimado a través del enfoque diseño basado, donde el espinel alcanzó el 40 % del obtenido con la cachalotera. La cachalotera sin capuchón presenta un rendimiento de un 3 % menor en relación con la cachalotera.

El diagnóstico de los supuestos del modelo indican un comportamiento aceptable del supuesto distribucional, al presentar el QQ-plot algunos desvíos en ambas colas. En el caso de la homogeneidad de la varianza parece no haber una violación muy fuerte de este supuesto, tanto en el arte de pesca como en la Zona experimental (**Figura 3.3**).

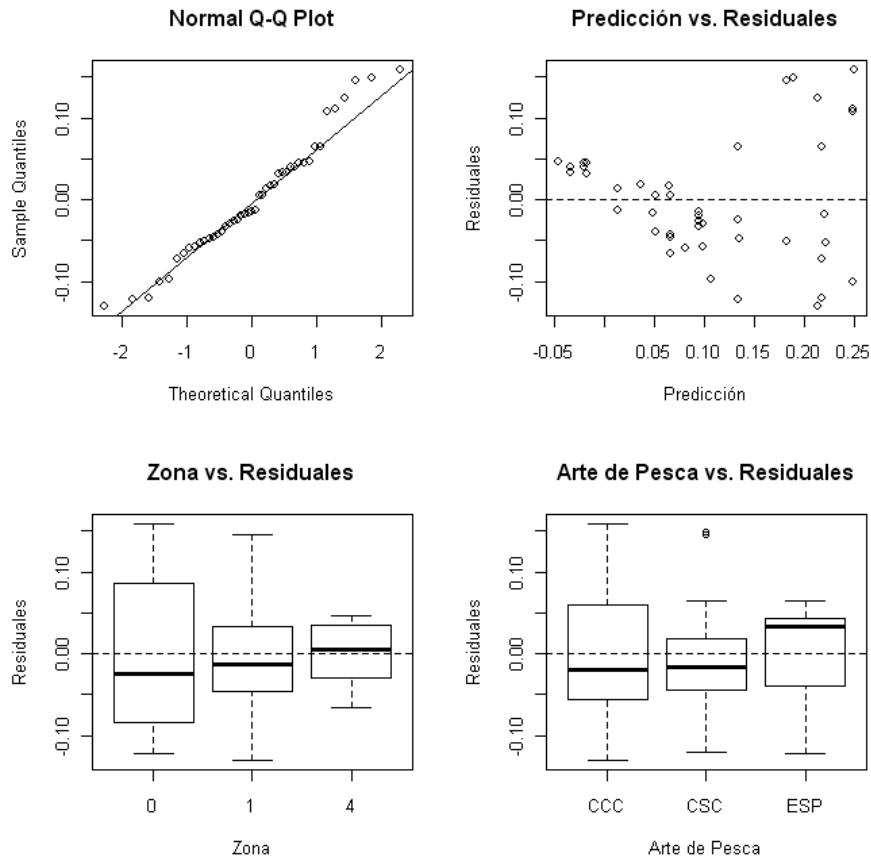


Figura 3.3: Diagnóstico de los supuestos del modelo.

### 3.3. Discusión

La presencia de mamíferos y su interacción con las operaciones de pesca indican que las orcas estuvieron presentes en un rango latitudinal mayor y que su presencia fue más frecuente en manadas 6 a 7 individuos, en cambio los cachalotes su presencia más frecuente fue individual o en pares. El comportamiento social diferente entre ambas especies puede explicar lo anterior. En el caso de las orcas hay un comportamiento familiar que determinaría el tamaño de las manadas, en cambio en los cachalotes esto no ocurriría pues esas latitudes son visitadas principalmente por machos inmaduros, los cuales tiene un comportamiento más solitario (Hucke-Gaete, comunicación personal). También nuestras observaciones coinciden con lo indicado por **Hucke-Gaete *et al.*, (2004)**, en el sentido que la mayor interacción de los mamíferos con las operaciones de pesca ocurren en aquellos caladeros con mayores

Cuadro 3.11: Tabla de Anova para el modelo completo para explicar los rendimientos de pesca bajo el diseño experimental entre la Cachalotera y el Espinel tradicional.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
ARTE	2	0.0931	0.0466	6.3084	0.0053
MAMIFEROS	1	0.0396	0.0396	5.3728	0.0277
ZONA	2	0.1782	0.0891	12.0748	0.0002
SEMANA	4	0.0631	0.0158	2.1385	0.1014
VIENTO	1	0.0013	0.0013	0.1747	0.6791
HREP	1	0.0015	0.0015	0.2073	0.6522
ARTE:MAMIFEROS	2	0.0114	0.0057	0.7703	0.4721
MAMIFEROS:ZONA	2	0.0020	0.0010	0.1360	0.8734
Residuales	29	0.2140	0.0074		

Cuadro 3.12: Tabla de Anova para el modelo sin el factor ZONA.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
ARTE	2	0.0931	0.0466	6.3084	0.0053
MAMIFEROS	1	0.0396	0.0396	5.3728	0.0277
SEMANA	5	0.2071	0.0414	5.6123	0.0009
LUNA	1	0.0342	0.0342	4.6403	0.0396
VIENTO	1	0.0013	0.0013	0.1747	0.6791
HREP	1	0.0015	0.0015	0.2073	0.6522
ARTE:MAMIFEROS	2	0.0114	0.0057	0.7703	0.4721
MAMIFEROS:ZONA	2	0.0020	0.0010	0.1360	0.8734
Residuales	29	0.2140	0.0074		

Cuadro 3.13: Tabla de Anova para el modelo reducido.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
ARTE	2	0.0931	0.0466	7.0780	0.0026
MAMIFEROS	1	0.0396	0.0396	6.0282	0.0192
SEMANA	5	0.2071	0.0414	6.2974	0.0003
LUNA	1	0.0342	0.0342	5.2064	0.0287
Residuales	29	0.2302	0.0066		

rendimientos.

Respecto del desempeño relativo de la cachalotera y el espinel tradicional en ausencia de mamíferos, el rendimiento del espinel tradicional fue siempre menor que el rendimiento de la Cachalotera. Esta situación parece ser un patrón general, pues ocurre a diversos escalas espaciales (zonas y área de estudio total). En otras palabras la cachalotera presenta un desempeño relativo mayor en ausencia de mamíferos, lo cual bajo estas circunstancias se traducen en un **poder de pesca mayor**. Este aspecto, no había sido mencionado con anterioridad, asumiéndose de manera tácita que las diferencias de los rendimientos de pesca entre ambos artes estaba determinado sólo por la mayor capacidad de la cachalotera para mitigar la predación de los mamíferos (orcas y cachalotes).

En presencia de mamíferos el patrón de supremacía en el desempeño de la cachalotera se acrecienta, porque el espinel tradicional sufre en mayor proporción el efecto predatorio de orcas y cachalotes. Sin duda que la acción del cono protector en la cachalotera marca una diferencia importante en la cantidad de peces depredados, pero no se pueden descartar otros factores, como por ejemplo uno de carácter operativo como es el tiempo de disponibilidad de la captura a los mamíferos, que en el caso del espinel es mayor. También aspectos temporales asociados a la presencia y composición específica de los mamíferos pueden incidir y no han sido estudiados. No conocemos la variabilidad en abundancia y por especie a través del año ni menos entre años de orcas y cachalotes en la ZEE chilena.

Entre los factores a considerar en un análisis de los rendimientos relativos entre el espinel tradicional y la cachalotera están los factores espaciales (Caladeros u otra escala espacial), factores temporales cuya escala necesita ser definida mejor en relación con operaciones de pesca. Por lo general, en la pesca del bacalao durante una marea se visitan muchos lugares en cortos periodos de tiempo. Esta táctica se ajusta muy bien a lo observado en los experimentos de deplesi3n realizados por IFOP el a3o 1992, cuando la pesca durante un per3odo mayor a 5 d3as produc3a una gran variabilidad en las captura y rendimientos. Tampoco en un an3lisis de datos comerciales se puede descartar las horas de reposo y la duraci3n del virado. En la pesca comercial, y en especial cuando se analiza el desempe3o relativo entre el espinel tradicional y la cachalotera en presencia de mamíferos el tiempo de virado puede ser importante por su relaci3n con la exposici3n de las capturas a los mamíferos.

Dado que los artes empleados en la medici3n experimental, no corresponden completamente a los usados en la pesca comercial, por su dimensi3n menor, su extrapolaci3n a la flota no es recomendable. Es decir, las magnitudes del desempe3o relativo entre ambos artes no necesariamente representan lo que ocurri3 u ocurre entre el espinel tradicional y la cachalotera comercial, pero si es extrapolable la supremac3a de rendimientos de la cachalotera sobre el espinel.

**Leal (2008)** y **Leal y Rubilar (2008)**, analizando los datos comerciales de los a3os 2006 y 2007, encontraron que en ausencia de mamíferos el espinel alcanza un 79 % del rendimiento de la cachalotera y en presencia de mamíferos el rendimiento del espinel baja a un 62 %. **Rubilar (2009)**, analizando los mismos datos pero con GLM encontr3 que el rendimiento del espinel es un 63 % el de la cachalotera cuando se considera como variables explicativas al a3o, barco, el tipo de arte y zonas de pesca y como medida del esfuerzo el numero de anzuelos por el tiempo de reposo.

En definitiva, es claro que la cachalotera presenta rendimientos de pesca superiores al espinel bajo cualquier condici3n de disponibilidad y presencia de mamíferos, no obstante para fines de construcci3n de un indice de abundancia (CPUE est3ndar), se recomienda usar las estimaciones derivadas de la pesca comercial para convertir los datos de cachalotera a espinel tradicional y viceversa.

## Capítulo 4

# Cuantificación de la tasa de predación

### 4.1. Materiales y métodos específicos

La tasa de depredación fue analizada bajo la modalidad experimental y observacional: En el caso de la modalidad experimental se siguió el enfoque de análisis Modelo basado y en el caso observacional el enfoque diseño basado.

#### 4.1.1. Modalidad experimental.

La medición de la tasa de predación por mamíferos se hizo en base a un experimento que se realizó entre el 15 de junio y 22 de agosto, y cuyos detalles relacionados al diseño experimental fueron descritos en la subsección Medición y toma de datos bajo la modalidad experimental, del capítulo Materiales y métodos.

#### 4.1.2. Diseño experimental.

La estructura del experimento que se propuso para medir la tasa de predación, fue el mismo descrito para el análisis del desempeño relativo entre el espinel tradicional y la cachalotera. Los factores controlables fueron el arte de pesca con dos niveles: Cachalotera y Cachalotera sin capuchón, el factor espacial zona con cuatro niveles: Zona 1, Zona 2, Zona 3 y Zona 4 (**Figura 3.3**), y también el esfuerzo de pesca en su componente del número de anzuelos. Los tratamientos considerados en este análisis particular son lances con Cachalotera sin capuchón y lances con Cachalotera.

#### 4.1.3. Medición experimental de la tasa de predación

La metodología bajo el enfoque modelo basado para la medición experimental de la tasa de depredación está aún en desarrollo. Esperamos dentro de poco tiempo lograr resultados al respecto.



#### 4.1.4. Medición observacional de la tasa de predación

Tal como mencionamos anteriormente el enfoque seguido para estimar la tasa de predación desde los datos observacionales fue el enfoque diseño basado. La metodología específica en este caso fue la propuesta por **Roche et al., (2007)** en una evaluación de la tasa de predación de orcas y cachalotes en la pesquería del bacalao en las Islas Kerguelen y Crozet, publicada en la revista científica, *CCAMLR Science*. Posteriormente esta metodología fue aplicada por **Tixier (2008)**, para evaluar la tasa de depredación en la pesquería del bacalao y su evolución entre los años 2003 y 2007 en el Archipiélago de las Islas Crozet.

La metodología anteriormente citada, señala que la captura o biomasa predada por los mamíferos es:

$$\widehat{C}_{pred} = f_p * (\widehat{CPUE}_a - \widehat{CPUE}_p) \quad (4.1)$$

donde,

- $\widehat{C}_{pred}$  : Captura predada por los mamíferos.
- $f_p$  : Esfuerzo total en presencia de mamíferos.
- $\widehat{CPUE}_a$  : Rendimientos promedios en kg/anz en ausencia de mamíferos.
- $\widehat{CPUE}_p$  : Rendimientos promedios en kg/anz en presencia de mamíferos.

Luego, la tasa de depredación ( $T_{pred}$ ) se define como la fracción de biomasa perdida por acción de los mamíferos ( $C_{pred}$ ) sobre biomasa pescada o captura observada ( $C_{obs}$ ), es decir:

$$\widehat{T}_{pred} = \frac{\widehat{CPUE}_{pred}}{C_{obs}} \quad (4.2)$$

**Variantes:** Se estimó que la captura observada, no era una buena aproximación a la captura ocurrida antes de sufrir predación, denominada captura realizada  $C_{rea}$ . Dos aproximaciones fueron consideradas para calcular la captura realizada.

1. La primera, denominada A1, señala que la captura realizada se obtiene multiplicando los rendimientos en ausencia de mamíferos por dos veces el esfuerzo de pesca en presencia de mamíferos. Esta aproximación supone que el esfuerzo de pesca estuvo repartido en igual proporción en presencia y ausencia de mamíferos, por lo tanto la captura realizada es:

$$\widehat{C}_{rea} = 2 * f_p * \widehat{CPUE}_a \quad (4.3)$$

2. La segunda, denominada A2, indica que la captura realizada se obtiene multiplicando los rendimientos en ausencia de mamíferos por la suma de los esfuerzos observados en presencia y ausencia de mamíferos, es decir:

$$\widehat{C}_{rea} = (f_a + f_p) * \widehat{CPUE}_a \quad (4.4)$$

## 4.2. Resultados

### 4.2.1. Medición de la tasa de predación desde datos experimentales

Dado que aún se está trabajando en una metodología adecuada para el análisis de los datos experimentales los resultados de este tópico serán informados oportunamente. No obstante, con los datos experimentales lo que queremos es identificar las variables que serían importantes para medir dicha tasa, antes de calcular un valor de la tasa de predación.

#### 4.2.2. Medición de la tasa de predación bajo la modalidad observacional

Aplicando la metodología propuesta por **Roche et al. (2007)**, hemos estimado una tasa de predación entre un 8,6% a un 11,3%, cuando se usa cachalotera comercial (**Cuadro 4.1**). **CEPES (2009)**, para el mismo set de datos y metodología, pero sin estratos mensuales, estimó una tasa de predación del 10.4%.

Esto indica, que la Cachalotera logra mitigar en gran parte la depredación de mamíferos, y que la predación media esta en torno a un 10%, valor usado durante el año 2009 para corregir la cuota de pesca. Cuando se dice depredación media es porque se reconocen variaciones temporales y probablemente espaciales en este fenómeno, que valdría la pena estudiar.

Cuadro 4.1: Tasa depredación en% de la cachalotera. Datos modalidad observacional de la PI Bacalao 2009. El Total, corresponde a una suma ponderada de la tasas de predación mensuales. El ponderador usado fue el número de observaciones mensuales sobre el total de observaciones.

Método	Junio	Julio	Agosto	Total
Roche et al., 2007	4.5	17.8	7.6	9.8%
Roche et al., 2007 A1	3.5	23.2	7.8	11.3%
Roche et al., 2007 A2	4.3	15.1	7.1	8.6%

### 4.3. Discusión

Tal como mencionamos en la introducción la interacción de cetáceos odontocetos, en particular orcas y cachalotes, con las pesquerías de palangre es un problema global y ocurre en muchas pesquerías y que esta interacción se da en un amplio espectro y en ambos sentidos, es decir mamíferos - pesca y pesca - mamíferos. Esta interacción ocurre en un amplio espectro que van desde enredos y daños a los artes hasta la depredación de la captura, que en algunos casos (lances) puede llegar a su totalidad.

Mucho se ha especulado sobre los niveles de predación que ejercen orcas y cachalotes en la pesquería del bacalao de profundidad. En la literatura se señalan valores entre un 3% y más del 50% (**Tilney and Purves, 1999; Kock et al., 2006**). Mediciones más concretas de la tasa de depredación, realizados en las Islas Crozet por **Roche et al., (2007)** y **Tixier (2008)** señalan valores entre un 3.7% y un 42,5%, con importante variaciones entre temporada de pesca, estacionales y por tipo de mamífero. Para las temporada de pesca 2005-2006 y 2006-2007 este autor estimó que dicha tasa no sobrepasaría el 20% cuando concurren simultáneamente orcas y cachalotes. No obstante, las orcas presentan tasa de predación mayores que los cachalotes, en torno al 15% contra tasa de predación en torno a 5% de los cachalotes. En la CCAMLR han estimado para las Islas Crozet una tasa de predación global de un 25%.

En Chile, la primera y única medición de la tasa de predación hecha por **Moreno et al.,(2003)** no ha sido considerada confiable pues se ha reconocido que es una subestimación, debido a la metodología usada para calcularla. Para soslayar esto decidimos medir la tasa de predación en forma indirecta a través de los rendimientos de pesca, ya que la forma directa, cuantificación de los restos, inevitablemente nos lleva a una subestimación. Metodológica-

mente, los resultados de nuestra aproximación son contrastables a los obtenidos por **Roche et al., (2007)** y **Tixier (2008)**.

Nuestra estimación de la tasa de predación entre el 8,6% y 11,3% , bajo la modalidad observacional, es menor que la estimada por **Roche et al., (2007)** y **Tixier (2008)** cuando orcas y cachalotes ocurren simultáneamente, la principal explicación para esta diferencia está en el arte de pesca usado. Las estimaciones de **Roche et al., (2007)** y **Tixier (2008)** en el sector de Kerguelen y Crozet están basadas en datos de palangre y la de nosotros en datos de Cachaloterías. Nosotros hemos ratificado que la cachalotería presenta un desempeño mayor que el espinel en presencia de mamíferos, mitigando en forma importante la predación.

Fuera de la cantidad de mamíferos, su composición específica durante la interacción con la pesca, la duración del proceso de virado podría ser un factor a tener presente para explicar la tasa de depredación. El espinel tradicional fuera de no poseer ningún artefacto para proteger la captura a su vez ofrece un mayor tiempo de exposición de la captura a orcas y cachalotes. Estrategias de pesca y artes que logren reducir el tiempo de virado y además protejan la captura, como lo es la cachalotería, resultan sin duda más eficientes que el espinel tradicional. El calado por tramos (caceas) del espinel tradicional fue una buena estrategia para eludir la acción depredadora de los mamíferos en su momento, pero no suficiente.

# Capítulo 5

## Marcaje y recaptura

### 5.1. Materiales y métodos

La presente pesca de investigación da inicio a los pasos tendientes a generar un programa de marcado con la participación activa de la flota bacaladera, y abordamos dos actividades en ese sentido: El Diseño de un protocolo de marcado y la implementación de una experiencia piloto para probar y analizar las técnicas de marcado.

#### 1. Diseño de protocolo de marcado

Nos hemos guiado por el protocolo de marcaje sugerido por la CCAMLR<sup>1</sup>, no obstante, su aplicación a nuestra pesquería requiere se tengan en cuenta las características propias de nuestra pesquería, la experiencia lograda en la prueba de marcaje que desarrollaremos en esta pesca de investigación y las experiencias de otros programas de marcaje implementados para este recurso.

Al respecto hemos realizado una revisión y análisis de los programas de marcaje llevados a cabo por Australia, Sudáfrica, Francia, Nueva Zelanda y el Reino Unido, con la finalidad de extraer de ellos la experiencia adquirida en los aspectos metodológicos y operativos (por e.j. las recomendaciones sugeridas por (**Bagley & Dunn, 2005**)).

El protocolo de marcaje considerará la participación activa de la industria, lo cual se ajusta de manera adecuada al carácter colaborativo de la investigación asumida por los operadores del bacalao y SUBPESCA. También hemos considerado, si fuese necesario la participación de un experto internacional. Nosotros estimamos que un investigador del Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation(CSIRO) o del National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA), podrá ser adecuado, dada la experiencia que han desarrollado en la técnica de marcaje y recaptura en las islas Macquarie e islas Heard y MacDonald, y en el Mar de Ross, respectivamente.

#### 2. Implementación de la experiencia piloto.

Tal como mencionamos anteriormente durante esta pesca de investigación hemos considerado realizar una experiencia piloto y la preparación de los aspectos metodológicos

---

<sup>1</sup>Detalles respecto de este programa se pueden encontrar en:<http://www.ccamlr.org/pu/s/sc/tag/intro.htm>

y operativos, para su posterior transferencia al personal de la flota. Lo anterior es una estrategia que ha sido ya adoptada por Nueva Zelanda en el programa de marcaje de *Dissostichus sp.* en el Mar de Ross., por lo cual estimamos que el marcaje deberá derivar hacia una participación mayor de los usuarios. Tal como hemos planteado en un programa de marcado, la participación de gerentes, patronos de pesca y personal a bordo del buque reviste especial importancia.

a) *Experiencia piloto de marcaje.*

La implementación de la experiencia piloto de marcaje constituye un paso previo y de mucha utilidad para dimensionar e idear de manera eficiente de ajustar el protocolo de marcaje y su implementación en la flota. Esta experiencia piloto está orientada: dimensionar y probar el funcionamiento del equipamiento, entrenar el equipo de marcaje, ensayar y afinar un protocolo de marcado y liberado de los peces, uno de los aspectos claves de esta metodología y el reporte de la información.

En esta actividad se ensayará el protocolo en relación con la selección de peces, la técnica de marcado, los cuidados de los peces durante su mantención en los estanques durante el marcaje, su medición y liberado.

b) *Preparación de los equipos de marcaje.*

Esto es un paso importante que busca la participación de la flota y el trabajo conjunto entre pescadores y científicos. Cada buque participante del programa deberá contar con personal entrenado que pueda llevar a cabo eficientemente el protocolo de marcado, de manera que dicha actividad se pueda realizar en presencia o ausencia del personal de CEPES.

c) *Inicio del marcaje a nivel de la pesquería.*

Su comienzo está previsto para la temporada 2010, con la experiencia piloto, el entrenamiento del o los equipos de marcaje, y otros aspectos operativos no menos importantes como el régimen de pesca bajo el cual se llevar a cabo el programa.

## 5.2. Resultados

En relación con este tema se informa los avances en el diseño y ejecución de la experiencia piloto. La realización de la experiencia piloto fue acordada ejecutarla a inicios del 2010, específicamente a partir del 8 de enero en el misma embaración que operó en la primera etapa, es decir el BP Globalpesca I. En estos momentos esta actividad de la pesca de investigación está en plena ejecución y todos los resultados atingentes a este objetivo se entregarán en un segundo informe.

### 5.2.1. Diseño de la experiencia piloto de marcaje

El diseño de la experiencia piloto involucra el ensayo de marcaje de peces con dos técnicas: marcado en seco y marcado en agua, las cuales se describen a continuación.

## Instrucciones para el marcaje

En base a la información bibliográfica referida a marcaje de bacalao, específicamente las técnicas realizadas por los ingleses y noruegos hemos definido realizar dos tipos de marcaje:

- a) Técnica en Agua: Esta técnica ha sido usada por los ingleses en las Islas Falkland para marcar bacalao y, consiste en mantener el pez por un período determinado en un recipiente con agua de mar para disminuir el stress provocado por la mantención y manipulación fuera del agua.
- b) Técnica en Seco: fue aquella usada a bordo de un buque de pesca noruego en el marcado de *Dissostichus mawsoni*. Esta técnica consiste en realizar todo el proceso de marcado y toma de medidas básicas en seco de la forma más rápida posible y es la de preferencia usada en el área de jurisdicción de la CCAMLR.

**Registro de datos:** La recomendación dada a continuación se deben considerar para ambas técnicas de marcado: Para cada ejemplar de bacalao de profundidad marcado y liberado se deberá registrar la información especificada en el Formulario para el registro de datos de marcado. Todos los campos del formulario deberán llenarse para todas los bacalao marcados o capturados. Nota: se ruega no devolver al mar ningún bacalao capturado que ha sido marcado previamente.

## Protocolo de marcado

La colocación de marcas y liberación de los peces marcados será llevada a cabo por los observadores durante el período de estudio de la siguiente manera:

- a) Técnica en agua.
  - 1) Seleccionar ejemplares sanos y de tamaño promedio de la población de bacalao para ser marcados;
  - 2) En todo momento la manipulación de los peces debe efectuarse tratando de minimizar cualquier daño físico (p.ej. use guantes mojados durante la manipulación del animal y evitando colgar los peces en las balanzas al pesarlos, etc.); especialmente en la maniobra de izado del pez hacia cubierta.
  - 3) Los peces seleccionados deben sacarse del agua de la forma más cuidadosa y rápidamente posible (se recomienda un salabardo sin nudos (chinguillo), asegurando que esté totalmente mojado antes de su uso);
  - 4) El reinal debe cortarse al subir el pez a bordo y posteriormente desenganchar el anzuelo mediante el corte con un alicate cercano al ojo del anzuelo y su retiro cuidadoso;
  - 5) Medir el pez con un ictiómetro y pesarlo con un dinamómetro sin retirarlo de la camilla, en la forma más rápida posible, cubriéndole los ojos con un paño humedo desde el inicio de las mediciones.
    - El largo total del pez deberá redondearse al cm inferior más cercano, teniendo en cuenta que el largo total es desde la parte delantera del hocico al extremo posterior de la aleta caudal cuando esta se extiende a lo largo del cuerpo del pez (ver protocolo pertinente al muestreo biológico);
    - El peso total del pez se redondeará de acuerdo a la precisión de la balanza a utilizar, si el pez es demasiado grande como para pesarlo en una balanza, no se requiere registrar el peso;

- 6) Una vez medido y pesado coloque inmediatamente el pez en el estanque con agua, para ser marcado con el máximo cuidado y manteniéndolo en el estanque el mínimo tiempo posible en el proceso de marcado, de manera de asegurar su mínimo trastorno;
- 7) Las marcas deben insertarse con una pistola debajo de la primera aleta dorsal, de manera que la barra quede adherida firmemente detrás del radio que sujeta esta aleta (**Figura 5.1**);
- 8) La segunda marca deberá ser insertada más o menos en la misma posición, aunque ligeramente escalonada de manera que la T de una marca no se superponga con la de la otra;  
**Nota:** Es importante colocar dos marcas en todos los peces, para mejorar su detección al ser recapturados y permitir un cálculo fidedigno de la pérdida de marcas.
- 9) El número de las marcas y todos los datos biológicos pertinentes deben ser recolectados antes de liberar al pez;
- 10) Todos los peces marcados deben ser devueltos al mar con el mayor cuidado posible y tan rápido como se pueda. Se experimentará con dos técnicas de liberación:
  - Una es a través de un conducto directo al mar,
  - y la otra es mediante la inmersión de la camilla por la borda del barco.

b) Técnica en seco

- 1) Seleccionar ejemplares sanos y de tamaño promedio de la población de bacalao para ser marcados;
- 2) En todo momento la manipulación de los peces debe efectuarse tratando de minimizar cualquier daño físico (p.ej. use guantes mojados durante la manipulación del animal y evitando colgar los peces en las balanzas al pesarlos, etc.); especialmente en la maniobra de izado del pez a cubierta.
- 3) Los peces seleccionados deben sacarse del agua lo más cuidadosa y rápidamente posible (se recomienda un salabardo (chinguillo) sin nudos, asegurando que este totalmente mojado antes de su uso);
- 4) El reinal debe cortarse al subir el pez a bordo y posteriormente desenganchar el anzuelo mediante el corte con un alicate cercano al ojo del anzuelo y su retiro cuidadoso;
- 5) Medir el pez con un ictiómetro y pesarlo con un dinamómetro sin retirarlo de la camilla, en la forma más rápida posible, cubriéndole los ojos con un paño húmedo desde el inicio de las mediciones.
  - a' El largo total del pez deberá redondearse al cm inferior más cercano, teniendo en cuenta que el largo total es desde la parte delantera del hocico al extremo posterior de la aleta caudal cuando esta se extiende a lo largo del cuerpo del pez (ver protocolo pertinente al muestreo biológico);
  - b' El peso total del pez se redondeará de acuerdo a la precisión de la balanza a utilizar, si el pez es demasiado grande como para pesarlo en una balanza, no se requiere registrar el peso;
- 6) Una vez medido y pesado coloque inmediatamente las marcas con el máximo cuidado y en el mínimo tiempo posible, de manera de asegurar el menor trastorno;
- 7) Las marcas deben insertarse con una pistola debajo de la primera aleta dorsal, de manera que la barra quede adherida firmemente detrás del radio que sujeta esta aleta (**Figura 5.1**);

- 8) La segunda marca deberá ser insertada más o menos en la misma posición, aunque ligeramente escalonada de manera que la T de una marca no se superponga con la de la otra.  
**Nota:** Es importante colocar dos marcas en todos los peces, para mejorar su detección al ser recapturados y permitir un cálculo fidedigno de la pérdida de marcas.
- 9) El número de las marcas así como todos los datos biológicos pertinentes deberán ser recolectados antes de liberar al pez;
- 10) Todos los peces marcados deben ser devueltos al mar con el mayor cuidado posible y tan rápido como se pueda. Se experimentará con dos técnicas de liberación:
  - a'* La primera, a través de un conducto directo al mar, y
  - b'* La segunda mediante la inmersión de la camilla por la borda del barco.

### 5.3. Marcas

#### 5.3.1. Tipo de marcas a usar

Se dispone de marcas Hallprint TBA-2 T-bar con numeración desde A 178000 hasta A 178999, de color fucsia, de uso exclusivo para el bacalao de profundidad en Chile, las cuales están grabadas con la dirección de la Secretaría de la CCAMLR.

### 5.4. Materiales

- a)* Kit de marcaje con marcas tipo Hallprint TBA-2 T-bar
- b)* Camilla de 100 x 60 cm
- c)* Estanque de marcaje de 1000 litros. Medidas de
- d)* Dinamómetro de 100 kg con precisión de 250 gr.
- e)* Ictiómetro de 150 cm.
- f)* Formulario de marcado.
- g)* Cámara de video Sony con disco duro CR-SR 47.
- h)* Disco duro externo de 500 GB.
- i)* Paño humectante.
- j)* Guantes húmedos black point.
- k)* Lápices grafitos y gomas.
- l)* Tabla acrílica con formulario de marcado.





Figura 5.1: Colocación ideal de marcas en el bacalao de profundidad (Nótese la leve desviación entre la posición de las dos marcas colocadas debajo de las espinas de la aleta dorsal, justo detrás de la primera aleta dorsal). La fotografía fue tomada desde el protocolo de marcado de la CCAMLR en la cual se indica que fue proporcionada por Sanford Ltd.

# Capítulo 6

## Análisis reproductivo

### 6.1. Antecedentes y objetivos.

Se colectó un total de 83 muestras de gónadas enteras, de las cuales 72 fueron hembras y 11 machos. Las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas, congeladas, previo etiquetado, y mantenidas en frío en la bodega del buque. Terminada la marea las muestras fueron enviadas al Prof. Fernando Balbontín de la Universidad de Valparaíso para su análisis.

El análisis de este material fue acordado con el prof. Balbontín mediante la ejecución del proyecto: Análisis de la condición reproductiva del bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides* entre junio y agosto del 2009. Mayores detalles sobre la metodología propuesta y del cronograma de actividades se encuentran en el ANEXO 1. El estudio consideró los siguientes objetivos:

- a) Determinar los estadios de madurez sexual (EMS) microscópicos de la muestra recolectada.
- b) Calcular el índice gonadosomático (IGS) para el total de la muestra y para cada EMS.
- c) Calcular el IGS de acuerdo a la talla de los ejemplares.
- d) Estimar la talla media de madurez sexual (sujeta a la disponibilidad de juveniles).
- e) Desarrollo de un protocolo de muestreo para el análisis del ciclo reproductivo y estimación de la fecundidad.

### 6.2. Resultados

Los resultados análisis del material reproductivo originó el informe técnico que se adjunta en el ANEXO 2. Entre los resultados más importantes destacan:

- a) El 89 % de las hembras estaban en maduración avanzada (EMS 3), con un diámetro de ovocitos sobre 2 mm en muchas de ellas, pero **ninguna madura**. En este recurso cuando las hembras alcanzan el estado de desove, los ovocitos presentan un diámetro en torno a los 4 mm.

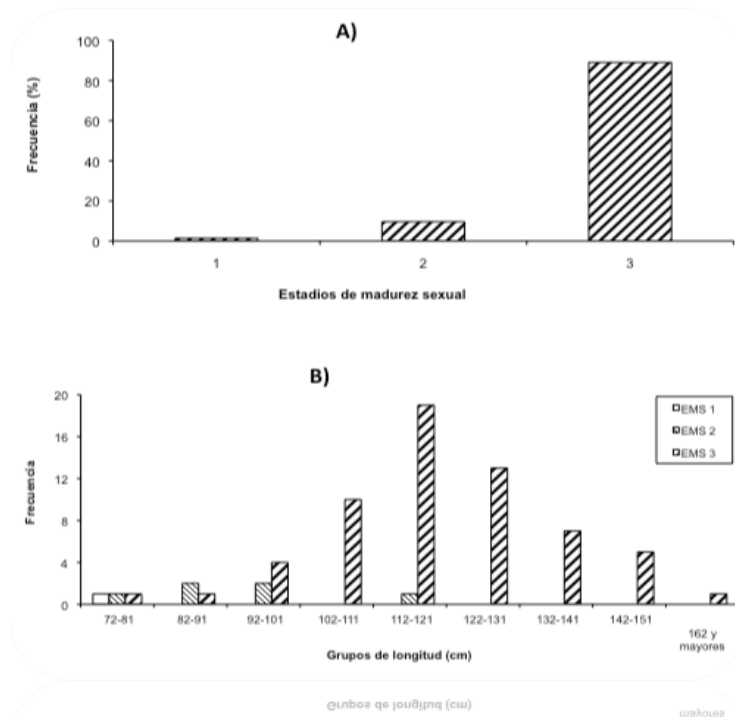


Figura 6.1: **A)** Distribución de frecuencias de los estadios de madurez gonadal del bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides*, entre 15 de junio y 01 de agosto de 2009. **B)** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual (EMS) de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total en hembras de bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides*, entre 15 de junio y 01 de agosto de 2009.

- b) La totalidad de las hembras, a partir de los 122 cm LT, estaban maduras.
- c) Si se toma como referencia la estimación de la talla de primera madurez de **Araña (2009)**, 81 cm para las hembras, es posible señalar que en el bacalao de profundidad todos los peces que inician el proceso de maduración desovarían y no ocurre que algunos de ellos no hagan durante la temporada como ocurre en algunos nototénidos. Cuando ocurre este fenómeno, la proporción de peces maduros en algunos casos no alcanza el 100% (**Kock & Kellerman 1991; Everson & Murray 1999**).
- d) El tamaño de los ovocitos presentes en los ovarios, para hembras en EMS 1 y EMS 2, presentan una sola moda, en cambio en las hembras con EMS 3, se distinguen claramente dos modas. La moda más avanzada representa los ovocitos a ser desovados en la temporada de puesta.
- e) Las estimaciones de fecundidad obtenidas están dentro del rango señalado para la especie, excepto el caso de una hembra de 170 cm LT que presentó una fecundidad de 1.153.140 ovocitos y un peso gonadal de 2154 g. El máximo indicado por **Kock & Kellerman (1991)** es de 546.665 ovocitos, para un tamaño de hembras hasta 131 cm LT, y comparable también a lo estimado por **Chikov & Melnikov (1990)** citado por **Evseenko et al. (1995)**. Es interesante destacar que la fecundidad relativa de esa hembra fue de 17 ovocitos, valor muy cercano

al promedio de  $19,4 \pm 6,9$  ovocitos para el total de los peces. Esto indica que la estimación de fecundidad es correcta, pues una sobreestimación de la fecundidad absoluta se habría reflejado en una elevada fecundidad relativa de la hembra, lo que no ocurrió.

### 6.3. Discusión

El análisis microscópicos de los EMS indicó que una gran proporción de hembras se encontraban en un avanzado estado de madurez (EMS 3), siendo este estado el más avanzado observado en las muestras y que **ninguna muestra presentó indicios de madurez ni de desove.**

Los resultados de esta PI, no favorecen la medida de la veda reproductiva que opera para este recurso en el periodo y área al sur de los 53°S. Nos abre la antigua pregunta: ¿realmente tenemos desove en aguas nacionales y si lo tenemos porqué no lo detectamos ?. y también la siguiente ¿Son las muestras provenientes de la flota comercial a través del seguimiento suficientes para este propósito?.

Hasta el momento no existen datos duros que indiquen desoves en aguas nacionales, solo hemos sido capaces de detectar el proceso hasta que las hembras alcanzan el estado de madurez avanzada, pero los estados en desove y desovados que confirman la ocurrencia del proceso reproductivo no se detectan. Es posible entonces que los peces que desovan en la temporada lo hagan en otro lugar o en profundidades distintas en la cual opera la flota comercial, lo cual indicaría que el seguimiento del proceso reproductivo a través de la flota comercial parece ser limitado.

Por otro lado, es importante hacer presente que la aplicación de la escala apreciativa de **Kock Kellerman (1991)** sin un carácter objetivo para separar el EMS 3 con el EMS 4 provoca algunas dificultades a los observadores y puede llevar a una mala clasificación de estos dos estadios (**Agnew et al. 1999**). Otro aspecto digno de señalar respecto de la escala apreciativa utilizada en el presente estudio (**Kock Kellerman 1991**), es el hecho que se incluya el estadio virginal junto a hembras en maduración y en reposo (EMS 2) y no junto a las hembras inmaduras en que los ovocitos no son visibles a simple vista (EMS 1). Este aspecto merece una revisión antes de realizar nuevos estudios en que se aplique esta escala.

La fecundidad absoluta estimada está dentro del rango señalado para la especie. Los valores obtenidos en esta Pesca de Investigación se ajustan a los valores estimados por otros autores e incluso la hembra de 170 cm LT, cuyo tamaño esta fuera del rango de comparación con otros estudios como el de **Kock Kellerman (1991)** y el de **Chikov Melnikov (1990)**.

Finalmente se advierte la conveniencia de obtener muestras a lo largo de un año y una readecuación de la escala de madurez, para una mejor definición de la época de desove y su aplicación en el programa de seguimiento de la pesquería.

# Capítulo 7

## Conclusiones

### 7.1. Presencia de mamíferos

- a) En esta pesca de investigación siempre hubo más lances sin la presencia de mamíferos, tanto en la fase xperimental como observacional.
- b) Los lances con captura mordida o restos de peces siempre fueron más frecuentes cuando hubo mamíferos marinos observables, durante el virado y/o calado.
- c) Durante las operaciones de pesca hubo una mayor presencia de orcas (84 de los 169), las que concurren en forma más frecuentes en grupo de 4 a 6 animales. En segundo lugar se ubicaron los cachalotes con presencia en 59 de los 169 lances cuya mayor frecuencia de ocurrencia fue individual o en pares.
- d) Las orcas estuvieron presentes en un rango espacial más amplio que los cachalotes y tienden a concentrarse en aquellos lugares donde se obtuvieron las mayores CPUE.

### 7.2. Desempeño relativo entre el espinel tradicional y la cachalotera

- a) En ausencia de mamíferos, los resultados muestran un poder de pesca marcadamente mayor de la cachalotera sobre el espinel tradicional. Este patrón que ocurre cuando el esfuerzo de pesca es medido como Kg/anz o bien en Kg/anz por el tiempo de reposo, en cada una de las zonas experimentales. A nivel del total, el poder de pesca del espinel alcanza solo un 40 % del obtenido por la cachalotera.
- b) En presencia de mamíferos el rendimiento relativo del espinel en relación con la cachalotera disminuye a niveles del 20,7 % y 22 %, cuando el esfuerzo de pesca es medido en Kg/anz y en Kg/anz por el tiempo de reposo, respectivamente.
- c) En presencia de mamíferos el rendimiento relativo del espinel versus la cachalotera, confunde el efecto del poder de pesca y el efecto mamíferos, y no pueden ser separados.
- d) El poder de pesca diferencial entre el espinel tradicional y la cachalotera no había sido mencionado anteriormente, asumiéndose tácitamente que la supremacía de rendimientos de la cachalotera sobre el espinel estaban determinados sólo por la capacidad de la cachalotera para mitigar la predación.

- e) La cachalotera justifica plenamente su uso debido a su mayor poder de pesca e importante acción mitigadora de la predación de la captura.
- f) Los resultados del desempeño relativo entre el espinel y la cachalotera no pueden ser extrapolados en plenitud a la flota comercial, pues los artes usados, si bien tienen el mismo diseño que los artes usados comercialmente, difieren en tamaño, por lo tanto no son enteramente equivalentes.
- g) El análisis de los factores que explican la variabilidad de los rendimientos en la fase experimental, indica que el Arte de pesca, la presencia o ausencia de mamíferos, la semana y la fase lunar son importantes. En Cambio la intensidad del viento, las horas de reposo y las interacciones Arte:mamíferos y Mamíferos :Zona no aportan a la explicación de los rendimientos.
- h) Nuestros resultados experimentales corroboran los resultados obtenidos por **Leal (2008)**, **Leal y Rubilar (2008)** y **Rubilar (2009)**, quienes analizando los datos comerciales de los años 2006, 2007 y 2008 encontraron esta diferencia en favor de la cachalotera. En ausencia de mamíferos **Leal (2008)** estimó que el espinel alcanza un 79 % del rendimiento de la cachalotera y un 62 % cuando los mamíferos estuvieron presentes (**Leal y Rubilar, 2008**). **Rubilar (2009)** estimó que el espinel alcanzaba 63 % del rendimiento cachalotera en presencia de mamíferos.

### 7.3. Tasa de predación

- a) Bajo la modalidad diseño basado, la tasa de predación de los mamíferos sobre la cachalotera se ubica en torno al 10 %, con un rango entre el 8,6 % y el 11,3 % derivado del método y una variabilidad mensual entre un 5,5 y un 23,2 %.
- b) La estimación de la tasa de predación realizada por **CEPES, (2009)** y que se usó para corregir la CTP 2010, de un 10,4 %, está en el rango de los valores aquí estimados.
- c) Estos valores son mayores a los estimados por **Moreno et al., 2003** en Chile y menores a los estimados por **Roche et al., (2007)** y **Tixier (2008)** en el sector de las Islas Crozet y Kerguelen.
- d) Se ha reconocido que la estimación de **Moreno et al., (2008)** constituye una subestimación debido a la metodología usada. No obstante, puede ser considerada como una tasa mínima observable y constituirse en un índice que puede entregar variaciones temporales.
- e) La presente tasa de predación comparada con la de **Roche et al., (2007)** y **Tixier (2008)** es menor, y se explica entre otros factores porque ellos analizaron datos provenientes de una pesquería cde palangre en cambio nuestra estimación esta basada en datos generados con cachalotera. Tixier habla valores no superiores al 20 % en presencia de ambos mamíferos y nosotros de valores en torno al 10 % sin distinguir entre orcas y cachalotes.

### 7.4. Análisis reproductivo

- a) El análisis de la muestras reproductivas no muestran la presencia de hembras en desove ni desovadas. La totalidad de las hembras se encontraron en un estado de madurez avanzada (EMS 3, según la escala de madurez de **Kock and Kellerman, 1991**).

- b)* La escala apreciativa de **Kock and Kellerman, (1991)**, presenta dificultades para separar los estadios de madurez sexual 3 y 4, junto con considerar al estadio virginal con hembras en maduración y en reposo en un mismo grupo. Este es un aspecto que debe ser corregido para un seguimiento adecuado del proceso reproductivo en esta especie.
- c)* Las estimaciones de fecundidad están en el rango descrito para esta especie por **Kock and Kellerman, 1991** y por **Chikov and Melnikov (1990)** e incluso la hembra de 170 cm LT cuyo tamaño está fuera de los rangos para la comparación con dichos estudios.
- d)* Se recomienda extender el análisis realizado a una temporada completa y realizar una corrección a la escala de madurez de Kock and Kellerman (1991), para su uso en el seguimiento del proceso reproductivo de esta especie.

## Capítulo 8

# Referencias

- Agnew, D.J., L. Heaps, C. Jones, A. Watson, K. Berkieta J. Pierce.1999.** Depth distribution and spawning pattern of *Dissostichus eleginoides* at South Georgia. *CCAMLR Science* 6: 19-36.
- Anonymous. 2000.** Report of the working group on fish stock assessment, Hobart, Australia, 9-19 October 2000. In: Report of the 19th meeting of the scientific committee, Annex 5, 283-498, CCAMLR, Hobart, Australia.
- Arana, P. 2009.** Reproductive aspects of the Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides* off southern Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 37(3): 381-394.
- Ashford J.R., Rubilar P.S. and R.A. Martin. 1996.** Interactions between cetaceans and longline fishery operations around South Georgia. *Mar. Mamm. Sci* 12(3):452-457.
- Bagley N.W. and A. Dunn. 2005.** Recommendations for the toothfish tagging protocol in subareas 88.1 and 88.2.WG-FSA-05/43CCAMLR, Hobart, Australia. (Unpublished report).
- CEPES. 2006.** Status del Bacalao Indicadores. Programa de Investigación Colaborativa Industria del bacalao-CEPES. 18 Octubre del 2006. Presentación Power point al Comité Científico del bacalao 2006 (PUCV, Valparaso).
- CEPES, 2007.** Status y CTP 2008 de la Pesquera Industrial del Bacalao de Profundidad (*Dissostichus eleginoides*). Informe Técnico Centro de Estudios Pesqueros (CEPES).
- CEPES, 2008.** Status y CTP 2009 Bacalao de Profundidad. Informe Técnico Nr.06 Centro de Estudios Pesqueros (CEPES), noviembre. 2008, 12 pp.
- CEPES. 2009.** Estatus y CTP 2010 del bacalao de profundidad (*D. eleginoides*) en la Unidad de Pesquería Sur (47°S- 57°S). doc. Técnico CEPES. CEPES/UT-SC/2009-01/IT .43 pp.
- Chikov, V. N. and Melnikov, Y.S. (1990).** On the question of fecundity of the Patagonian toothfish in the region of the Kerguelen Islands. *Journal of Ichthyology*, 30(3), 122-125.
- Crespo, E.; S.N. Pedraza; S.L. Dans; M.K. Alonso; L.M. Reyes; N.A. García Coscarella M. and A. Schiavini. 1997.** Direct and indirect effects of the high seas fisheries on marine mammal populations in the northern and central Patagonian coast. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 22:189-208.
- Cochran W.G. 1980.** Técnicas de muestreo. CECSA. México. Novena impresión, Mayo de 1992.



- Crespo E.A., Alonso M.K., Dans S.L., Garcia N.A., Pedraza S.N., M. Coscarella and Gonzalez R. 2000.** Incidental catches of dolphins in mid-water trawls for Argentinean anchovy (*Engraulis anchoita*) off the Argentine shelf. *J Cetacean Res. Manage.* 2(1):11-16.
- Dans S.L., Alonso M.K., Pedraza S.N. and E.A. Crespo. 2003.** Incidental catch of dolphins in trawling fisheries off Patagonia, Argentina: can populations persist?. *Ecol. Appl.* 13(3):754-762.
- de la Mare W.k. and R. Williams. 1977.** Abundance of patagonian toothfish at Macquarie Island estimated from tagging studies. Sub-Antarctic Fisheries Assessment Group Document N SAFAG-97/6. Australian Fisheries management Authority, Canberra, Australia.
- Donoghue M., Reeves R.R. and G. Stone. 2002.** Report of the workshop on interactions between cetaceans and longline fisheries November 2002. Apia, Samoa, pp. 45.
- Everson, I. A. Murray. 1999.** Size at sexual maturity of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*). *CCAMLR Science* 6:37-46.
- Evseenko, S.A., K.-H. Kock M.M. Nevinsky. 1995.** Early life history of the Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1998 in the Atlantic sector of the Southern Ocean. *Antarctic Science* 7(3): 221-226.
- Gonzales E. and C. Olavarría. 2002.** Interactions between odontocetes and the artisanal fishery for Patagonian toothfish off Chile. In: Donoghue M., Reeves R.R., Stone G. (eds) Report of the workshop on interactions between cetaceans and longline fisheries November 2002. Apia, Samoa, pp 5-6
- Hucke-Gaete R., Moreno C.A. and J.A. Arata. 2002.** Operational interactions between marine mammals and the Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) fishery off southern Chile. In: Donoghue M., Reeves R.R., Stone G. (eds) Report of the workshop on interactions between Cetaceans and Longline fisheries November 2002. Apia, Samoa, pp 10-12.
- Hucke-Gaete R., Moreno C.A. and J.A. Arata. 2004.** Operational interactions between cetaceans and the Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) industrial fishery off southern Chile. *CCAMLR Science* 11:127-140
- Jefferson T.A., Stacey P.J. and R.W. Baird. 1991.** A review of killer whale interaction with other marine mammals: predation to co-existence. *Mamm. Rev.* 21:151-180.
- Kock, K.H. A. Kellerman. 1991.** Reproduction in Antarctic Notothenoid fish – a review. *Antarctic Science* 3: 125-150.
- Kock K.H., M.G. Purves and G. Duhamel. 2006.** Interactions between Cetacean and Fisheries in the Southern Ocean. *Polar Biology*. Volume 29, Number 5, pag. 379-388.
- Kock K.H., J.M Clark and C.A. Moreno. 2008.** Interactions between Cetacean and Fisheries in the Southern Ocean. Progress Report 2008.SC/60/09 (Manuscrito).
- Leal C. 2008.** Comparación de rendimientos entre la cachalotera y el espinel tradicional en la Pesquería del bacalao de profundidad. Documento PowerPoint de CEPES, presentado al Comité Científico del Bacalao.
- 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.

- Moreno C.A., R. Huccke-Gaete y J. Arata . 2003.** Interacción de la Pesquería del Bacalao de Profundidad con Mamíferos y Aves Marinas. Informe Final Proyecto FIP 2001-31. UACH-FIP. 199 pgs.
- Moreno, C.A., R. Castro, L.J. Mujica and P. Reyes. 2008.** Significant conservation benefits obtained from the use of a new fishing gear in the Chilean Patagonian toothfish fishery. *CCAMLR Science*, Vol.15: 79-91.
- Northridge, S.P. 1984.** World review of interactions between marine mammals and fisheries. *FAO Techn. Pap.* 251, 190 pp.
- Northridge, S.P. 1991.** An updated world review of interactions between marine mammals and fisheries. *FAO Techn. Pap.* 251 (Suppl):1-58.
- Purves, M.G., D.J. Agnew, E. Balguerías, C.A. Moreno, and B. Watkins. 2004.** Killer whale (*Orcinus orca*) and sperm whale (*Physeter macrocephalus*) interactions with longline vessels in the Patagonia toothfish fishery at South Georgia, South Atlantic. *CCAMLR Science* 11 (111-126).
- Roche, C., Guinet C., Gasco N. and Duhamel G. 2007.** Marine mammals and demersal longline fishery interactions in Crozet and Kerguelen exclusive economic zones: an assessment of depredation levels. *CCAMLR Science* 14: 67-82.
- Rubilar, P.S. 2009.** Estandarización de la CPUE en el Bacalao de profundidad en la Unidad de Pesquería Sur (47°S- 57°S), año 2009. Doc. técnico CEPES, 24 pp.
- Secchi, ER and T Vaske Jr. 1998.** Killer whale (*Orcinus orca*) sightings and depredation on tuna and swordfish longline catches in southern Brazil. *Aquat. Mamm.*, 24(2) 117-122.
- Sullivan K.J., N.W.McL. Smith, J McKenzie and S.M. Hanchet.2003.** A feasibility study for stock assessment of *D. mawsoni* in the Ross Sea (Subarea 88.1 and 88.2) using tag and recapture experiment.WG-FSA SAM-03/10. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Tixier, P. 2008.** Interactions des pecheries a la legine avec les orques et les cachalots dans la zone economique exclusive de l Archipel de Crozet. Stage de Master 2, Océanographic Options Biologie Ecologie Marine, Centre dOcéanologie de Marseille, Université Aix-Marseille II, Campus de Luminy - Case 901 13288 Marseille Codex 9. Centre dEtudes Biologiques de Chizé - CNRS (UPR 1934) 79360 Villiers-en-Bois.
- Tilney, R. and M.G. Purves. 1999.** The status of integrated fisheries monitoring in South Africa. In Nolan, CP (Ed) Proceedings of the international conference on Integrated Fisheries Monitoring, Sydney, Australia, 1-5 February 1999. FAO, Rome: 378 p.
- Tuck G.N., W.K. de la Mare, W.S. Hearn, R. Williams, A.D.M. Smith, X. He, and A. Constable. 2003.** An exact time of release and recapture stock assessment model with an application to Macquarie Island Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*). *Fisheries Research* 63: 179-191.
- Yano, K. and M.E. Dahlheim. 1995.** Orca, *Orcinus orca*, depredation on longline catches of bottom fish in the southeastern Bering Sea and adjacent waters. *Fish. Bull.* 93 (2) 355-372.

# Anexos