



Centro de Estudios Pesqueros S.A.

PESCA DE INVESTIGACIÓN BACALAO 2010

Informe final

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

CEPES S.A.

Septiembre de 2011

Informe final

PESCA DE INVESTIGACION BACALAO 2010

“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.

AUTORES

Pedro S. Rubilar & Alejandro Zuleta V.

Septiembre de 2011

Equipos de Trabajo

Centro de Estudios Pesqueros S.A.

- **Alejandro Zuleta V.** (Jefe de Proyecto, supervisión)
- **Pedro S. Rubilar** (Coordinador de campo, análisis e informe)
- **Francisco Valenzuela F.** (Observador)
- **Juan Carlos González B.** (Observador)
- **Rodrigo del Río V.** (Observador)
- **Alberto Bustamante C.** (Observador)
- **Juan González C.** (Administrador de datos)
- **Rommy Delgado F.** (Digitación)

Universidad de Concepción

- **Luis A. Cubillos** (Jefe proyecto)
- **Claudio Castillo-Jordan** (Edición informe, Análisis)
- **Hernán Rebolledo** (Coordinador de campo)

Santiago, Septiembre de 2011

Índice general

Resumen Ejecutivo	1
Agradecimientos	3
1. Introducción	5
1.1. Objetivos	5
2. Materiales y métodos	7
2.1. Área y período de estudio	7
2.2. Flota participante	7
2.3. Obtención de datos y muestras	7
2.4. Objetivo 1. Análisis de la interacción de mamíferos y de la tasa de predación.	8
2.4.1. Medición de la captura y el esfuerzo de pesca	9
2.4.2. Análisis del efecto temporal y espacial de la cantidad de mamíferos y de buques en la tasa de predación	14
2.5. Objetivo 2. Analizar la mortalidad incidental de albatros errantes producto de las operaciones de pesca.	15
2.5.1. Antecedentes	15
2.5.2. Observación y documentación de las prácticas de pesca	17
2.5.3. Abundancia de albatros errantes en las operaciones de pesca	18
2.6. Objetivo 3. Marcaje: Análisis de la factibilidad de marcado a bordo de la flota bacaladera chilena	18
2.6.1. Experiencia piloto	18
2.7. Objetivo 4. Estudiar el ciclo vital y estructura poblacional del bacalao de profundidad de la pesquería chilena mediante marcadores químicos en otolitos	22
2.7.1. Colecta de muestras	23
2.7.2. Datos y muestras colectadas	24
2.7.3. Análisis de las muestras	24
2.8. Objetivo 5. Análisis reproductivo del bacalao de profundidad al sur de los 53°S.	24
2.8.1. Materiales	25

2.8.2. Muestras colectadas	25
2.8.3. Tratamiento y análisis de las muestras e indicadores	26
3. Resultados	28
3.1. Objetivo 1. Análisis de la interacción de mamíferos y de la tasa de predación.	28
3.1.1. Medición de la Captura y el esfuerzo de pesca	28
3.1.2. Tasa de predación (ϕ) a partir de los restos.	38
3.1.3. Análisis del efecto temporal y espacial de la cantidad de mamíferos y de buques en la tasa de predación	39
3.1.4. Importancia de los factores estacionalidad, caladero, cantidad de mamíferos y de buques en la estimación de la tasa de predación . . .	53
3.2. Objetivo 2. Análisis de la mortalidad incidental de albatros errante producto de las operaciones de pesca de la flota chilena	55
3.2.1. Observación y documentación de las prácticas de pesca.	55
3.2.2. Abundancia de albatros errantes en las operaciones de pesca	56
3.2.3. Comportamiento de los albatros errantes en relación con el vertido de by-catch	57
3.2.4. Medidas de mitigación adoptadas en la flota bacaladera chilena en relación con el vertido de by catch y sus efectos en las aves.	60
3.2.5. Posibles efectos sobre la población de albatros errantes de Georgia del Sur.	62
3.3. Objetivo 3. Marcaje: Análisis de la factibilidad de marcaje a bordo de la flota Bacaladera chilena.	62
3.3.1. Experiencia piloto	62
3.3.2. Dimensionamiento de equipos, costos y personal	65
3.4. Objetivo 4. Estudiar el ciclo vital y estructura poblacional del bacalao de profundidad de la pesquería chilena mediante marcadores químicos en otolitos.	66
3.5. Objetivo 5. Análisis reproductivo del bacalao de profundidad al sur de los 53°S.	67
4. Discusión	70
Referencias	77

Resumen Ejecutivo

Este documento constituye el informe final de la Pesca de Investigación del Bacalao 2010, ejecutada por CEPES y con subcontrato de la UDEC. El documento informa sobre las actividades de observación, toma de datos y colecta de muestras, y resultados del análisis de muestras y datos en cada uno de los objetivos propuestos por CEPES. La UDEC informará sus resultados por separado.

La colecta de muestras no presentó mayores inconvenientes, exepcto el muestreo de gónadas para la UDEC, que requerían ser fijadas en formalina al 10 %, ya que los armadores se negaron a embarcar este químico, a pesar que se les propuso implementar un sistema antiderrame. La toma de datos para el análisis de la interacción de los mamíferos con la pesca, se llevó a cabo sin contratiempos, tanto en lo que respecta a las mediciones de los restos depredados, como el conteo de mamíferos alrededor del buque durante el virado. Estas mediciones y conteos fueron realizados de la manera indicada en los protocolos y fue apoyado con registro fotográfico.

La estimación de la captura predada y tasa de predación a partir de los restos mostró un claro patrón estacional, cuyos mayores valores ocurren a fines de invierno y principio de primavera, lo cual es producto de la variación mensual o estacional de la cantidad de mamíferos presentes en las áreas de pesca. Orcas y cachalotes aumentan su número en dicha época a través de un aumento de la cantidad de grupos presentes y del tamaño de dichos grupos.

La cantidad de orcas y cachalotes alrededor de los buques presenta un claro patrón estacional. Es así como a fines del invierno y principio de primavera el número de estos mamíferos es máximo en las área de pesca al sur del Estrecho de Magallanes, y en especial en torno a la Islas Diego Ramírez y en el sector de Isla Nueva. Este patrón calza perfecto con las migraciones que realizan las orcas, principalmente las orcas Tipo A, de acuerdo Pitman and Ensor (2003)[35], que durante el verano austral migran hacia aguas antárticas tras su presa principal la ballena minke, para retornar en invierno y encontrarse con las faenas de pesca. En el caso de los cachalotes (machos jóvenes y adultos), que durante el invierno han llegado a alimentarse en estas latitudes, migran hacia el trópico a reproducirse durante el verano, quedando en el área sólo machos juveniles.

La cachalotera tiene un efecto de protector mayor sobre los peces juveniles (menores a 90 cm LT), lo cual indica que las estructuras de tamaños de la captura bruta (la que llega

bordo sin daños) obtenidas con cachalotera presentaría un sesgo en la composición relativa en los distintos tamaños de peces capturados.

Si bien es cierto que a partir de los vestigios no es posible obtener una buena estimación de la magnitud de la tasa de predación, por su evidente subestimación; pero si es posible obtener el patrón mensual con que ocurre este fenómeno. Los niveles estimados por este medio directo, señalan en septiembre y octubre niveles del 10 %.

El esfuerzo de pesca usado históricamente en la pesquería es cuestionado. La falta de independencia entre los anzuelos de la cachalotera y la importante variabilidad detectada en los tiempos de reposo, hacen necesario cambiar la definición del esfuerzo de pesca en esta pesquería y ajustarla a la definición que se indica bajo la teoría pesquera para una pesquería de palangre. Causas operativas tales como evitar el efecto de los mamíferos y también aquellas atribuibles a las condiciones meteorológicas, parecen ser las principales que determinan que las líneas permanescan mucho tiempo en el agua. Tiempos de reposo grandes producen respuesta no lineales en los rendimientos de pesca, lo cual es un aspecto importante de tener en cuenta ya que se pierde la validez de la proporcionalidad entre la CPUE y la abundancia.

En el conteo de albatros errante durante el virado se vió dificultado porque la identificación de los albatros errantes y de los albatros reales no es fácil, ya que ambas especies son muy parecidas y son concurrentes en las operaciones de pesca en Tierra del Fuego. Sólo cuando estas aves se encuentran muy cerca al barco es posible distinguirlas, situación que ocurrió en contadas ocasiones y en las cuales se pudo constatar la presencia no sólo de albatros errantes sino también de albatros reales. Los grandes albatros estuvieron presentes durante todo el período de estudio con un claro aumento hacia la época estival. Sin embargo el posible efecto de la flota chilena sobre los albatros errantes de Isla Bird, tal como lo presume Phillips et al (2010)[34], no fue posible de cuantificar. Pero, creemos que pueda ser menor debido a la baja sobreposición que existe entre nuestra pesquería y las áreas de forrajeo de los albatros errantes de la Isla Bird (South Georgia) durante la época de cría.

En Chile algunas empresas han implementado medidas para evitar tirar anzuelos con restos de peces y reinales al mar, lo cual es una iniciativa importante y digna de apoyar. Antarctic Sea Fisheries S.A., incentiva esta buena práctica mediante la compra de artículos de entretenimiento u otro para la tripulación. En Globalpesca, al menos en su buque Globalpesca I, sólo existen instrucciones verbales que incitan a retirar anzuelos y trozos de arte desde los desechos, pero no hay incentivos ni carteles que estimulen a la tripulación a realizarlas. El Plan de Acción Nacional de Aves Marinas (PAN/AM), que tuvo como finalidad disminuir la mortalidad de aves marinas en las pesquerías de palangre y promover las buenas prácticas de pesca, lamentablemente tuvo una duración limitada, ya que los encargados de ponerlo en práctica (Subpesca, Sernapesca y Ministerio de Relaciones Exteriores) no lo han hecho.

De acuerdo con la experiencia piloto de marcado realizada entre enero y mayo del 2010, se recomienda usar la Técnica de marcado en agua, con manipulación en camilla (medición

de talla, peso y marcado) y liberación por mano. Esta técnica permite una mayor y mejor recuperación del pez en el estanque con agua circulante; y la liberación por mano hace que el pez se hunda rápidamente disminuyendo la probabilidad de ser atacado por aves y mamíferos. En Argentina y Georgia del sur esta técnica está siendo y ha sido usada con algunas variantes; no obstante nosotros, la hemos mejorado desde el punto de vista de la manipulación del pez a bordo y su reanimación en el estanque.

A la fecha se ha recolectado una importante cantidad de muestras de otolitos que permiten realizar un análisis espacial y temporal de la estructura poblacional. No obstante, la UDEC en esta PI está realizando un análisis químico con una submuestra de 99 otolitos para determinar el origen natal de los bacalao en Chile, cuyos resultados estarán disponibles en el informe de la UDEC.

Respecto del análisis reproductivo, realizado por el Prof. Fernando Balbontín de la Universidad de Valparaíso, con muestras colectadas en esta pesca de investigación y anteriores indica que en Tierra del Fuego (al sur de los 53°S) existe reproducción del bacalao de profundidad, y que esta comenzaría en julio y terminaría durante septiembre. La frecuencia mensual de los EMS indican que entre enero y mayo domina el EMS 3 y que también se aprecian los EMS 1 y 2. En agosto ya se observa el inicio del desove (1% maduras y 2% desovadas) y que la máxima expresión del desove se observó en septiembre con un 6% de maduras y 49% de desovadas (EMS 5). El IGS también indica lo mismo y marca un brusco descenso en septiembre. Por otro lado la talla media de madurez sexual estimada con estos datos alcanzó los 89,9 cm LT, la cual es cercana a la estimada por Arana (2009)[3] y muy diferente a la que se ha usado en la evaluación de stock.

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 2010. A Subsecretaría de pesca por la autorización de la presente PI. También agradece en forma muy especial al señor Eduardo Infante, Gerente General de Globalpesca SA, por disponer que el BP Globalpesca I lleve a cabo la mayor parte de las actividades envueltas en esta investigación. Al señor Antonio Arias Candia, Jefe de flota de Globalpesca SA, por su siempre muy buena disposición y amabilidad en relación con la coordinación del embarque de los observadores. Al Capitán del Globalpesca I, señor Ernesto Sandoval por su siempre amable acogida a los observadores y su interés por cooperar con la investigación. A los patrones de pesca del Globalpesca I, señores Andrés Montemuiño Ribeira y Juan Fernández Q., por 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 realizadas por los observadores a bordo.

El Centro de Estudios Pesqueros (CEPES) hace también extensivo sus agradecimientos al señor Enrique Gutierrez y al señor Benjamín Azúa de Pesca Chile S.A., por su colaboración y su gestión en el embarque realizado en el BP Antartic Bay entre el 13 septiembre y 14 de noviembre del 2010. Asimismo, también agradece a los oficiales y tripulación del BP Antarctic Bay por la ayuda y disposición cooperativa mostrada con el observador y la investigación realizada.

Finalmente, CEPES agradece a los observadores señores Francisco Valenzuela Fernández, Rodrigo del Río Valdés, Juan Carlos González Butt y Alberto Bustamante Contreras, por el esfuerzo, dedicación y compromiso mostrado en cada una de las actividades de observación pesquera, toma de datos y toma de muestra realizadas.

Capítulo 1

Introducción

El presente documento corresponde al informe final de la Pesca de Investigación del Bacalao de profundidad 2010 denominada "Programa Colaborativo de Monitoreo Científico en la Pesquería del Bacalao", autorizada por Subsecretaría de Pesca mediante la resolución exenta Nr. 1937 de fecha 24 de junio del 2010 del MINECOM¹. Lo informado en este documento cubre el período entre el 24 de junio del 2010 y el 31 de enero del 2011; y versa sobre los resultados obtenidos en cada uno de los objetivos trazados, sin incorporar los datos y muestras obtenidos durante el cuarto embarque que tuvo lugar entre el 08 de enero de 2011 al 02 de junio de 2011.

La Pesca de Investigación Bacalao 2010 (PIBAC2010) comenzó el 24 de junio del 2010 y se extendió hasta el 30 de junio del 2011 y, tiene la particularidad que además del Centro de Estudios Pesqueros (CEPES) tiene como ejecutor a un grupo de investigadores de la Universidad de Concepción (UDEC), que se acoplaron a la investigación propuesta por CEPES, por requerimiento de la Subsecretaría de Pesca, a través de un convenio que entró en vigencia el 21 de octubre del 2010, 3 meses después de iniciada la PI.

El documento está organizado en 7 capítulos: Introducción, Objetivos, Materiales y métodos, Resultados, Discusión, Referencias y Anexos, además del Resumen ejecutivo y Agradecimientos.

1.1. Objetivos

Los objetivos de la PIBAC2010 están constituidos por los objetivos de investigación planteados por CEPES y por la UDEC, los cuales se detallan a continuación:

Los objetivos de la investigación de CEPES fueron:

1. Profundizar en el estudio y análisis de la interacción de mamíferos y de la tasa de predación.
2. Analizar la mortalidad incidental de albatros errante producto de las operaciones de

¹MINECOM: Ministerio de Economía Fomento y Turismo.

pesca de la flota chilena y de otras banderas.

3. Implementar un programa piloto de marcaje a nivel de la flota.
4. Estudiar el ciclo vital y estructura poblacional del bacalao de profundidad de la pesquería chilena mediante marcadores químicos en otolitos.
5. Análisis reproductivo del bacalao de profundidad al sur de los 53°S.

Los objetivos de investigación de la UDEC fueron:

1. Analizar los principales aspectos reproductivos e índices biométricos del bacalao de profundidad.
2. Determinar la estructura y nivel trófico, variabilidad espacial y diferencias isotópicas entre los individuos colectados dentro de la zona de estudio.
3. Determinar el origen natal y variabilidad espacial en estructuras calcáreas de bacalao de profundidad (conectividad).

Capítulo 2

Materiales y métodos

2.1. Área y período de estudio

El área de estudio comprendió la Unidad de Pesquería Licitada (UPL), 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 ZEE.

El estudio se extendió entre 19 de junio del 2010 y el 30 de junio del 2011, ambas fechas inclusive. La autorización de la pesca de investigación emitida por Subsecretaría de Pesca, mediante la Resolución Exenta Nr. 1937 del 24 de junio de 2010 de MINECOM, permitió operar en el área y período de veda, es decir al sur de los 53°S y entre 1 de junio al 31 de agosto, con la finalidad de no interrumpir la toma de muestras e información realcionada principalmente a ciclo reproductivo de este recurso.

2.2. Flota participante

Se contempló la participación de todos los buques de las empresas Pesca Chile S.A., Globalpesca S.A. y Pesca Cisne S.A., que conforman la flota que opera regularmente en la pesquería del bacalao. Durante el período de veda el BP Globalpesca I fue el único que operó en el área vedada, haciendo uso de la cuota de investigación de 90 toneledas asignada para esta PI, de acuerdo con lo establecido por la autoridad administrativa.

2.3. Obtención de datos y muestras

Los datos, muestras y observaciones fueron obtenidas íntegramente por observadores mediante embarques en los barcos de la flota bacaladera chilena industrial que opera en el área de la Pesquería Licitada. De acuerdo a lo presupuestado en esta PI se hicieron 4 embarques (Ver Anexo 1), los cuales se acoplaron a los regímenes de viajes que lleva la flota. Lo anterior implicó viajes de 2,5 a 5 meses de duración.

Los observadores recopilaron datos de bitacora (captura y esfuerzo) y realizaron los mues-

treos rutinarios tallas y muestreos biológicos. Hubo obtención de muestras de otolitos, hígado, estómagos, músculos y también observaciones de las prácticas de pesca, conteo de albatros errantes y mamíferos marinos en torno a los buques de pesca. Para realizar lo anterior los observadores fueron preparados previamente y contaron con sendos protocolos de muestreos y observación para tal efecto.

Las actividades a desarrollar a bordo fueron planificadas previamente y evaluadas durante los tres primeros días de inicio de las operaciones de pesca. Una vez hechos los ajustes de funcionamiento al plan de trabajo y protocolos de muestreo y observación, la estrategia de trabajo definitiva fue comunicada al coordinador de campo y adoptada de manera definitiva por los observadores. El plan de trabajo y avance de las actividades desarrolladas a bordo por los observadores fue seguida (controlada) por el coordinador de campo mediante comunicaciones y reportes semanales, programados vía telefónica y /o vía e-mail.

Un resumen detallado de las actividades de observación científica se entrega en el Anexo 1, lo cual fue integramente informado en el Informe de avance de marzo de 2011.

2.4. Objetivo 1. Análisis de la interacción de mamíferos y de la tasa de predación.

En el ámbito de la gestión de esta pesquería, existe la necesidad de contar con estimaciones confiables de la tasa de predación a nivel de la flota y de la temporada de pesca, pues ha sido considerada como parte de la regla de decisión en el cálculo de la CTP¹ y la cuota de pesca efectiva.

La pesca de investigación 2009 (CEPES, 2010[12]) indicó que la tasa de predación ocasionada por orcas y cachalotes de manera conjunta está en torno al 10 %, con un un rango de variación entre junio y agosto del 8,6 % al 11,3 %. Los datos colectados en esta PI parecen sugerir, además de la variación temporal, una variación espacial en la tasa de predación. Estas observaciones son concordantes con Roche et al., (2007)[41] y Tixier (2008)[48], quienes señalan que la composición de especies de mamíferos que interactúan con la pesca, la estacionalidad y la zona de pesca producen variabilidad importante en la tasa de predación que debe ser tenida en cuenta cuando se analiza y se sacan conclusiones sobre este fenómeno. Aún cuando la pesca de investigación 2009 entregó resultados importantes para la gestión pesquera en el contexto del procedimiento de manejo, fue necesario analizar la tasa de predación en un contexto temporal y espacial más amplio. Variaciones espaciales (distintas zonas o caladeros) y/o temporales, en relación con la composición específica de mamíferos (especie y número de animales por especie) y el número de barcos operando en la temporada pueden ser determinantes en los niveles de predación.

Algunas observaciones sugieren que la presencia de un mayor número de barcos producen una repartición aleatoria del número y composición específica de mamíferos que hace

¹CTP: Captura total permisible equivalente a captura biológicamente aceptada.

que los niveles de depredación por barco disminuyan. Al respecto entonces es válido preguntarse: ¿Se produce una repartición del número de mamíferos cuando varios buques operan en un área y período de tiempo determinado? y ¿Cuál es el sesgo que se produce cuando la tasa de predación se calcula con datos provenientes de un determinado buque, caladero y período, y esta se extrapola al área de la pesquería, a la temporada y a la flota?.

Otro aspecto importante considerado en esta Pesca de Investigación fue analizar el comportamiento de orcas y cachalotes en relación con las operaciones de pesca. Entender la variabilidad temporal y espacial de este comportamiento y del número, resultan importante a la hora de idear tácticas de pesca que permitan disminuir la interacción de estos mamíferos con la pesca y de la pesca con los mamíferos. Lograr idear nuevas tácticas de pesca que logren mitigar la interacción es un aspecto beneficioso tanto para pescadores como para los mamíferos, porque los primeros podrían disminuir las pérdidas por depredación y de parte de los mamíferos no exponerse a daños con el arte de pesca durante el virado.

En definitiva, todos los aspectos antes mencionados resultan importantes para afinar los niveles de predación y la magnitud de la interacción de los mamíferos con la pesca y por ende fueron abordados en pesca de investigación.

2.4.1. Medición de la captura y el esfuerzo de pesca

La captura de un lance corresponde a la cantidad de peces, ya sea en número o peso, capturados por el arte de pesca durante el tiempo de pesca. En el caso de la pesquería del bacalao el tiempo de pesca ha sido definido como el tiempo que media entre el momento de fin del calado y el comienzo del virado, lapso en el cual el arte de pesca se encuentra activo para la especie objetivo.

Tal como se muestra en la Figura 2.1, la fracción de la captura que llega a bordo, denominada “Captura nominal”, es menor que la “Captura real” pues esta sufre pérdidas por tres causas principales: 1) por depredación, esencialmente causada por mamíferos marinos como orcas y cachalotes, 2) por desprendimiento debido a las condiciones climáticas adversas durante el virado, y 3) por escapes propiamente tal, es decir cuando los peces por sus propios medios logran soltarse desde los anzuelos.

En el caso de la depredación, si todos los restos quedan en los anzuelos y no hay remoción de peces enteros o bien esta es despreciable, entonces una buena medida de la captura predada podría ser obtenida a través de los vestigios retenidos. La remoción de peces enteros desde el palangre es muy difícil cuantificar, ya que ocurre bajo el agua y a distintas profundidades. Las orcas, aparentemente predan sobre los peces capturados cerca de la superficie, no así los cachalotes, los cuales dadas sus aptitudes naturales pueden hacerlo a profundidades mayores. En el caso del desprendimiento mecánico, sólo es posible cuantificar su magnitud cuando la pérdida ocurre próximo a la superficie al momento en que el pez es llevado a bordo y es detectado por el observador o las personas que se encuentran

en el virador. Los escapes o desprendimientos ocurridos bajo el agua y en donde la visión humana no llega son imposibles de medir o contabilizar.

La captura nominal puede sufrir pérdidas debido al proceso de selección que da origen a la “Materia prima” (Figura 2.1), de manera que algunos peces son apartados de la línea de producción, es decir no considerados como materia prima, porque presentan daños, jelly-meat u otra causa. Los daños más comunes son aquellos que se producen por una mala manipulación del pez al momento del izado o bien durante el proceso de pesca, cuando anzuelos del ramillete se enganchan en el cuerpo del pez.

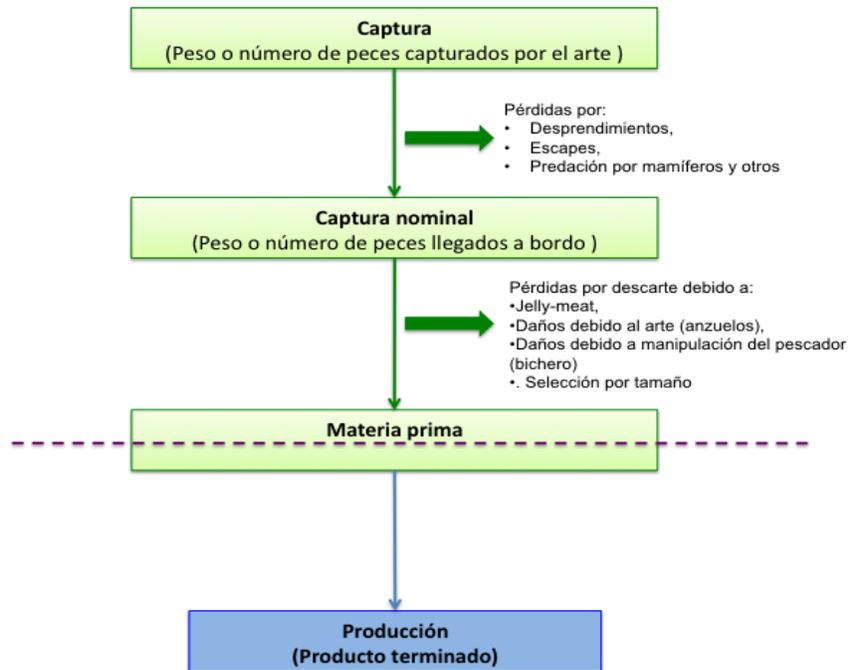


Figura 2.1: Flujo de la captura.

Si C_i : es la captura del lance i , en número de individuos o en peso, C_i^- : es la captura nominal, definida como la captura llegada a bordo sin daño aparente, y que es considerada en una primera instancia como adecuada para ser procesada, C_i^p : es la captura del lance depredada por los mamíferos (orcas, cachalotes u otros), C_i^a : es la captura perdida por desprendimiento de los peces desde el espinel y por acción de los mamíferos, entonces la captura total del lance puede ser descrita como:

$$C_i = C_i^- + C_i^p + C_i^a \quad (2.1)$$

La captura nominal C_i^- y la captura depredada C_i^p son las componentes sistemáticas de la captura. La C_i^a captura perdida por desprendimientos es la componente aleatoria, muy

difícil de cuantificar por no decir imposible.

1. Captura nominal del lance (C_i^-), fue estimada mediante la suma de la materia prima C_i^{mp} más la captura desechada C_i^d , es decir:

$$C_i^- = C_i^{mp} + C_i^d \quad (2.2)$$

2. Materia prima (C_i^{mp}): Es la componente de la captura que habitualmente se registra e informa en todas las bitácoras de pesca de los programas de seguimiento y control que hoy operan (bitácora del SERNAPESCA, bitácora del observador IFOP y también en la bitácora de pesca de CEPES). Su registro en peso se obtiene multiplicando la producción (Troncos, peces eviscerados) por un factor de conversión y en número por el conteo directo que lleva el patrón de pesca y algunas veces por el conteo del número de piezas procesadas o producidas en factoría.

Esta captura presenta fuentes de incertidumbre tanto en la medición de la producción como en el factor de conversión, aspectos que han sido poco atendidos, razón por la cual no sabemos su magnitud ni menos sus efectos en los análisis posteriores. En el caso de la producción, su medición no es exacta ya que por general sólo se contabilizan cajas o sacos completos, de manera que la producción de un lance puede verse subestimada. Los peces sobrantes que no alcanzan a completar una caja o saco se juntan con los peces capturados en el lance siguiente, de manera que este último lance puede ver aumentada su captura. En el caso de la captura retenida en número, puede contener errores porque el conteo no es riguroso. Los peces perdidos al momento del virado, particularmente porque el bichero no alcanzó a retenerlo, no son contabilizados en el puente ni menos en la factoría.

3. Captura depredada (C_i^p): La medición de la captura depredada fue abordada mediante un proceso que consideró la retención, conteo, obtención de medidas morfométricas y reconstrucción del tamaño del pez a partir de los restos que se originaron en el lance. Para ello el observador aplicó el protocolo de conteo y medición de los restos depredados con ayuda de la tripulación.

Tamaño y biomasa de los peces predados

La reconstrucción del tamaño y biomasa de los peces predados fue abordada a través de las relaciones entre las distintas medidas morfométricas del pez con la longitud total. Dichas relaciones fueron obtenidas desde peces enteros y luego usadas para reconstruir el tamaño de los peces predados a partir de los restos. La biomasa del pez fue calculada a través de la relación talla-peso. Al respecto, dos actividades fundamentales con esta actividad fueron realizadas:

- a) Se seleccionaron peces enteros en todo el rango de tamaños de la captura y en cada uno de ellos se tomaron las medidas corporales indicadas en la Figura 2.2. Para ello se tuvo en cuenta la siguientes estratificación: [40, 60), [60, 80), [80, 100),

[100, 120), [120, 140), [140, +) y un tamaño de muestra objetivo de 30 ejemplares por rango de tamaño. Las medidas especificadas responden a aquellas que son posibles de obtener desde los tipos de resto o vestigios que se dan en esta pesquería producto de la depredación.

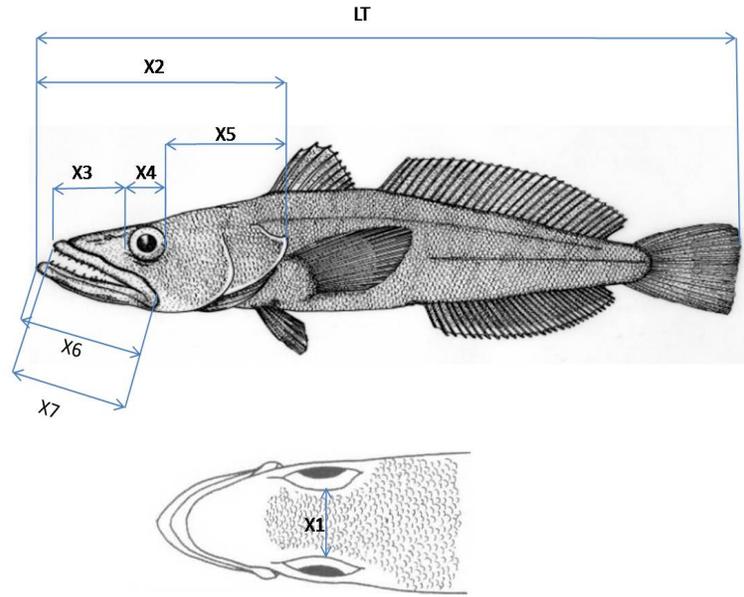


Figura 2.2: Variables morfométricas a medir: LT: longitud total, X1: distancia entre ojos, X2: largo de la cabeza, X3: largo de la nariz, X4: diámetro del ojo, X5: longitud post-orbital, X6: longitud de la mandíbula inferior y X7: longitud de la mandíbula superior.

- b) Se retuvieron y midieron todos los restos de peces habidos en cada lance de pesca, como labios, mandíbulas, cabezas u otros. En cada resto obtenido se obtuvo el máximo de medidas indicadas en la Figura 2.2., de acuerdo con el protocolo de muestreo de restos.

Las relaciones morfométricas entre las distintas medidas corporales y la longitud total fueron obtenidas a través de la siguiente relación lineal predictiva:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \epsilon_i \sim N(0, \sigma^2); \quad i = 1, \dots, n \quad (2.3)$$

Donde, Y_i es la longitud total, X_i una de las medidas corporales con las cuales se quiere relacionar la longitud total. Desde el punto de vista estadístico esta relación presenta errores en ambas variables. Ricker (1973)[40], discutió el uso de la regresión en situaciones biológicas donde ambas variables (X e Y) están sujetas a error y sugirió el uso de la regresión funcional antes que el uso de regresión predictiva. No obstante, Southward y Hardman (1973)[44] indican que la forma funcional requiere innecesaria interpretación biológica cuando lo único que se requiere es predecir una

medida en función de la otra. En nuestro caso, sólo necesitamos predecir la longitud total en función de otras medidas, por lo cual es suficiente la regresión predictiva.

La confiabilidad de las relaciones analizadas puede ser chequeada mediante regresiones entre el largo predicho y el largo observado. Si la medida del largo es predicha con exactitud en el rango de tallas analizadas se debería esperar una regresión lineal con intercepto cero y pendiente 1 (Southward y Hardman (1973)[44]).

Tasa de predación

La tasa de predación Φ_j del mes j fue estimada mediante la siguiente ecuación:

$$\Phi_j = \frac{\sum_{i=1}^n C_{ij}^p}{\sum_{i=1}^n C_{ij}^- + \sum_{i=1}^n C_{ij}^p} \quad (2.4)$$

donde, C_{ij}^p es la captura depredada del lance i en el mes j y reconstruida a partir de los restos, y C_{ij}^- es la captura nominal en kg del lance i en el mes j .

Medición del esfuerzo de pesca f .

El esfuerzo de pesca en una pesquería de palangre corresponde al número de anzuelos cebados calados (ψ_i) por el tiempo que los anzuelos permanecen activos pescando, el cual en la terminología de la ciencia pesquera se conoce como “Tiempo de reposo (τ_i)”. Esta definición del esfuerzo es correcta cuando cada uno de los anzuelos que componen el espinel o palangre actúan de manera independiente. En el caso de la cachalotera esta situación no parece ocurrir, ya que los anzuelos son dispuestos en manojos o racimos y de acuerdo con los observaciones que hemos realizado tal independencia entre anzuelos no existe. Se ha observado con una probabilidad muy baja cachaloterías con 2 peces capturados, lo cual parece indicar que enganchado un pez en uno de los anzuelos del racimo, los demás anzuelos pierden libertad para capturar otros peces. En definitiva lo que estamos diciendo que el racimo actúa como una sola unidad y los anzuelos componentes del racimo no son independientes como sucede en el espinel tradicional. Razón por la cual se estima que la mejor unidad de esfuerzo para un lance i en la pesquería chilena del bacalao con cachaloterías estaría representado por:

$$f_i = \xi_i * \tau_i * p_i \quad (2.5)$$

Donde f_i : es el esfuerzo de pesca del lance i , ξ_i : es el número de cachaloterías caladas en el lance i y τ_i : es tiempo de reposo del lance i , p_i es la proporción de anzuelos cebados de la cachalotera.

De estas variables que influyen en el esfuerzo de pesca desplegado en cada lance, es el tiempo de reposo (τ) el cual presenta mayor dificultad para su medición. No obstante, una buena aproximación es el tiempo que transcurre entre la hora final del virado (momento

en que es lanzada la radioboya y balizas finales) y la hora inicial del virado (medido al momento en que llegan las primeras radioboyas a bordo). El número de cachaloterías y número de anzuelos por cachalotería son cantidades que se pueden medir con una alta precisión.

2.4.2. Análisis del efecto temporal y espacial de la cantidad de mamíferos y de buques en la tasa de predación

Tal como se menciona en el punto 2.3, la toma de datos ocurrió a bordo de los buques donde observadores de manera independiente registraron el número de orcas, cachalotes y otros mamíferos a nivel del lance de pesca. La metodología de observación se hizo siguiendo el protocolo de conteo, que en sus aspectos más importantes indica que: 1) El conteo sea hecho por el lado del izado del arte, en cual se concentran los mamíferos durante el virado, 2) Se realicen 3 conteos durante el virado con una duración máxima de 10 minutos cada uno, 4) El lugar de observación y conteo siempre fue el mismo, el pasillo derecho de entrada al puente de mando del buque, y 5) El área de muestreo fue un semicírculo en torno al costado del virado de aproximadamente unos 500 m de radio.

Los datos fueron registrados en el formulario de conteo de mamíferos, el cual de acuerdo con su estructura tiene una conexión directa con la bitácora de pesca donde se consignan todos los datos del lance. Las observaciones y conteo de mamíferos fueron acompañados además de un registro fotográfico, principalmente para la identificación del tipo de orcas y cachalotes.

Los datos generados fueron analizados en R², mediante estadística descriptiva, modelos lineales y modelos lineales generalizados. Sus resultados son presentados en tablas y gráficos.

Comportamiento e identificación de orcas y cachalotes.

1. Obtención de datos

La foto-identificación es una metodología que se ha usado en los estudios ecológicos para estudiar la abundancia, comportamiento y distribución en varias partes del mundo, de los mamíferos marinos, siendo similar a la técnica de marcaje y recaptura (Biggs, 1982[7] ; Whitehead, 2001[51]). También ha sido usada en pesquerías para hacer un seguimiento del comportamiento de estos animales en relación con las operaciones de pesca (Ashford et al., 1996[4] , Tixier et al., 2010[49]). El primer antecedente del uso de esta técnica en la pesquería del bacalao de profundidad chilena fue la de Moreno et al., (2003)[31] quienes en su oportunidad fotografiaron principalmente cachalotes con la finalidad de construir un catálogo de identificación que pudiese ser usado con posterioridad.

Aprovechando la cercanía de los animales durante las operaciones de pesca, generalmente

²The R Project for Statistical Computing, ver: <http://www.r-project.org/>

durante el virado, se filmaron y fotografiaron orcas y cachalotes en torno a los buques de pesca. La obtención de fotografía y filmaciones se hicieron de manera oportunística, dependiendo de la cercanía y de la ocurrencia de buenas condiciones de luz y mar. Los observadores utilizaron cámaras de video Digital 8 (SONY TRV-330) y maquinas fotográficas digital Sony DSC HX9.

La anatomía externa observable de los cachalotes en la naturaleza es sencilla y se muestra en la Figura 2.3, donde destacan la aleta dorsal, aleta caudal y cresta y nudillos en el lomo. En la Figura 2.4 se muestra de manera gráfica la anatomía externa de la orcas donde destaca el parche ocular , la mancha dorsal, el melón, etc.

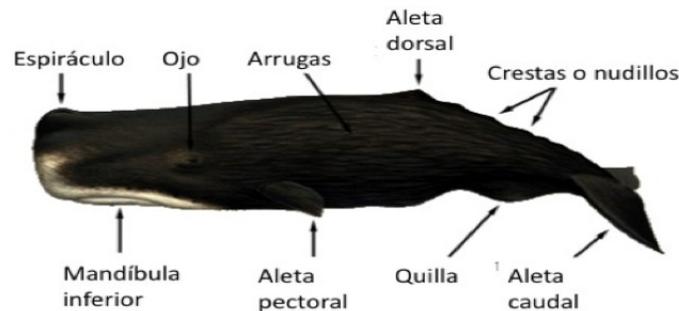


Figura 2.3: Anatomía externa del cachalote (*Physeter macrocephalus*) .

Identificación de mamíferos que interactúan con las operaciones de pesca.

Basados en los registros fotográficos y de video colectados durante el estudio, vamos a generar de una base de datos de los mamíferos que interactúan con la pesca del bacalao en el area licitada. Las fotografías y videos logrados permiten identificar patrones de coloración en las orcas, en especial comparar estos patrones con los patrones de coloración de los ecotipos antárticos identificados por Pitman y Ensor (2003)[35] y Pitman et al., (2011)[36]. En el caso de los cachalotes vamos a tratar de identificar los animales descritos por Moreno et al., (2003)[31], quienes identificaron estos animales basados principalmente en marcas visibles en la aleta caudal .

2.5. Objetivo 2. Analizar la mortalidad incidental de albatros errantes producto de las operaciones de pesca.

2.5.1. Antecedentes

Phillips et al., (2010)[34], señalan que el aumento de ingesta de partes de artes de pesca (anzuelos, brazoladas, brazoladas con anzuelos y otros), por los albatros errantes de la Isla Bird de South Georgia, desde el año 2005 en adelante, es producto de la introducción de

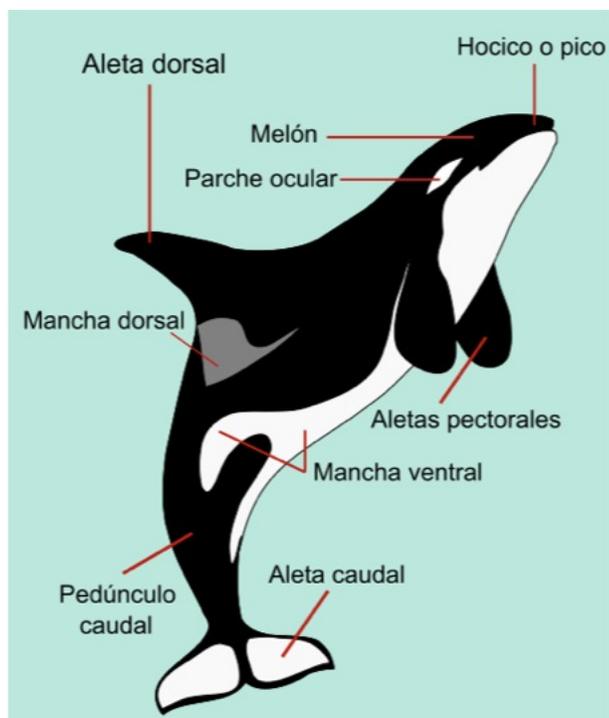


Figura 2.4: Anatomía externa de la Orca (*Orcinus orca*) .

la cachalotera por la flota chilena y su manipulación durante el virado. La raíz del problema estaría en la práctica de eliminar by-catch, restos de bacalao y carnadas con trozos de artes de pesca que contienen anzuelos, principalmente cuando hay enredos y mucha prisa en el virado. La ingesta de estos anzuelos y trozos de artes desechados provocarían en estas aves una disminución de su capacidad para alimentarse y alimentar a sus crías (Phillips et al., 2010 [34]), provocando mortalidad, principalmente en polluelos de dichas aves, con la consecuente baja en los niveles de reclutamiento a la población. Este hecho resulta extremadamente sensible en el caso de los Albatros errantes de la Isla Bird, por su baja abundancia, alta longevidad, baja tasa de fecundidad y por la tendencia de su población que ha mostrado disminución desde el año 1984 a la fecha (Poncet et al., 2006[37]).

A raíz de lo anterior se consideró apropiado saber si la flota chilena tiene una incidencia tan importante en la tasa de mortalidad de los albatros errantes de la Isla Bird. De manera que se sugirió analizar la magnitud del problema en la flota chilena, para lo cual se propuso: 1) observar y documentar las prácticas de pesca a bordo de la flota pesquera, 2) medir la densidad de albatros errantes y de otras aves en las operaciones de pesca, 3) organizar y analizar la información colectada, y 4) gestionar de un análisis internacional estimar la participación de las distintas pesquerías en la mortalidad de albatros errantes.

2.5.2. Observación y documentación de las prácticas de pesca

El vertido de trozos de arte de pesca como brazoladas (reinales), reinales con anzuelos o simplemente anzuelos, con o sin restos de bacalao, by-catch y/o carnada, fue observado de manera sistemática durante el virado. El observador recabo información al respecto, siguiendo la metodología previamente establecida que se tradujo operativamente en el protocolo de observación de las prácticas de pesca, el cual dice:

1. Seleccione al menos tres períodos de observación durante el virado y observe las prácticas de pesca que ocurren en la maquinilla del virado y en la factoría, desde un lugar que le permita tener una buena visión, poniendo especial atención en el vertido de by-catch, carnada o restos de peces con trozos de artes de pesca (reinal con anzuelo, anzuelos, etc.).
2. Registre en el formulario de prácticas de pesca el accionar de los pescadores de acuerdo con las categorías allí indicadas.
3. Realice las observaciones en forma discreta sin hacer ningún comentario sobre el proceder de los pescadores
4. Realice de manera discreta grabaciones y la toma de fotografías.
5. En el caso de vertido de by-catch, carnada o restos con partes o restos de artes de pesca realice un seguimiento de ellos y observe si los albatros errantes se alimentan de estos.
6. Colecte muestras de artes de pesca y anzuelos
7. Para el correcto llenado del formulario tenga presente que:
 - El número del lance y la fecha debe coincidir con el número del lance de la bitácora.
 - Realice las anotaciones con buena letra y números claros.
 - Etiquete o identifique de manera clara su grabación y guárdela en el DD, usando un código de 10 caracteres como por ejemplo: *L091 – OBS03*

Las prácticas de pesca observadas y registradas en el formulario fueron: 1) Lance, 2) Hora de la observación, 3) Eliminan by-catch o carnadas sin anzuelos y sin reinales durante el virado, 4) Eliminan by-catch o carnadas con anzuelos y con reinales durante el virado, 5) Eliminan by-catch o carnadas con anzuelos y con reinales al final del virado, 6) Eliminan desechos con anzuelos y con reinales al final del virado, 7) Número de anzuelos con reinal y by-catch cortados y eliminados y 8) Registro fotográfico o video.

La información y datos colectados en esta actividad fue primariamente registrada en el formulario denominado “Prácticas de pesca” y también en el informe del observador. Los datos colectados fueron ingresados a la Base de datos de la PI, en vinculación directa con los datos de bitácora, quedando almacenada en la tabla ”Prácticas de pesca”.

2.5.3. Abundancia de albatros errantes en las operaciones de pesca

Mediante conteos sistemáticos, se registró la cantidad de albatros que se encontraban alrededor de los buques: 1) Volando, Posado en la superficie, 3) Tomando by-catch desechado, 4) Compitiendo por by-catch desechado y 5) Tomando desechos, en torno a los buques de pesca durante el virado. La parte operativa de la observación y conteo fue organizada de manera que el proceder del observador a bordo, en relación con esta actividad, se concreto siguiendo el protocolo de trabajo, que a la letra dice:

1. Cuente el número de albatros errantes por cada una de las actividades identificadas en el formulario “Conteo de albatros errantes” , no obstante existe espacio para consignar otra actividad no considerada.
2. El conteo será hecho en el lado del buque donde se concentran las aves durante el virado.
3. Los conteos serán cada una hora y tendrán una duración máxima de 10 minutos.
4. El lugar de observación y conteo siempre será el mismo.
5. El área de muestreo será un semicírculo en torno al costado del virado .
6. Registre los datos en el formulario de muestreo, indicando por cada uno de las actividades señaladas el número de aves.
7. Efectué también un registro fotográfico de las mediciones.
8. Tenga el cuidado necesario para que la tarea de registro fotográfico sea hecho de manera adecuada.

La información y datos colectados en esta actividad fue primariamente registrada en el formulario denominado “Conteo de albatros errantes” y en el informe del observador. Los datos colectados fueron ingresados a la Base de datos de la PI, en directa conexión con los datos de bitácora, quedando almacenados en la tabla “Conteo de albatros”.

2.6. Objetivo 3. Marcaje: Análisis de la factibilidad de marcado a bordo de la flota bacaladera chilena

2.6.1. Experiencia piloto

La presente pesca de investigación considera al marcaje y recaptura como una técnica importante para estudiar los desplazamientos, conexiones y estructura poblacional del stock chileno. Esta investigación ejecuta uno de los primeros pasos para el diseño y generación de un programa de marcado con la participación activa de la flota. En dicha dirección se decidió, entre el 19 enero y 03 mayo del 2010, ejecutar la experiencia piloto de marcado a

bordo del BP Globalpesca I, cuya finalidad fue probar las dos técnicas de marcado que se han usado en este recurso y que aparecen como posibles de usar en nuestra pesquería. La primera, denominada Técnica de marcado en agua, fue usada por investigadores ingleses para estudiar la sobrevivencia de los peces capturados en las Islas Falkland y Georgia del Sur (Agnew et al, 2006[1]), y la segunda, la denominada Técnica de marcado en seco, es la recomendada por la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA)(ver:<http://www.ccamlr.org/pu/s/sc/tag/intro.htm>).

Tal como mencionamos anteriormente 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 estuvo 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 ensayó el protocolo de trabajo 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.

Diseño de la experiencia piloto de marcaje

El diseño de la experiencia piloto involucró el ensayo de marcaje de peces con dos técnicas identificadas, las cuales se describen a continuación.

1. 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.
2. 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:

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 todos los bacalaos marcados o capturados.

Protocolo de marcado

La colocación de marcas y liberación de los peces marcados fue llevada a cabo por los observadores durante el período de estudio en base al siguiente protocolo y que literalmente dice:

1. Técnica en agua.

- a) Seleccionar ejemplares sanos y de tamaño promedio de la población de bacalao para ser marcados;
- b) 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.
- c) 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);
- d) 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;
- e) 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 ;
 - 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;
- f) Una vez medido y pesado coloque inmediatamente el pez en el estanque con agua, para ser marcado con el máximo cuidado y manteniéndolo fuera del estanque el mínimo tiempo posible en el proceso de marcado, de manera de asegurar una mínima perturbación;
- g) Las marcas deben insertarse con una pistola debajo de la primera aleta dorsal, de manera que la barra quede adherida firmemente detras del radio que sujeta esta aleta (Figura 2.5);
- h) 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.
- i) El número de las marcas y todos los datos biológicos pertinentes deberán ser recolectados antes de liberar al pez;
- j) 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.

2. Técnica en seco

- a) Seleccionar ejemplares sanos y de tamaño promedio de la población de bacalao para ser marcados;
- b) 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.
- c) 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);
- d) 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;
- e) 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.
 - 1) 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);
 - 2) 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;
- f) 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;
- g) 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 2.5);
- h) 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.
- i) El número de las marcas así como todos los datos biológicos pertinentes deberán ser recolectados antes de liberar al pez;
- j) 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:
 - 1) La primera, a través de un conducto directo al mar, y

2) La segunda mediante la inmersión de la camilla por la borda del barco.

Tipo de marcas y materiales usados

Se dispuso 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.

Los materiales usado en esta actividad fueron: 1) Un Kit de marcaje con marcas tipo Hallprint TBA-2 T-bar, Una Camilla de 100 x 60 cm, Un Estanque de marcaje de 1000 litros, Un Dinamómetro de 100 kg con precisión de 250 gr., Un ictiómetro de 150 cm, 1 set de formularios de marcaje, Una cámara de video Sony con disco duro CR-SR 47, Un disco duro externo de 500 GB, 4 paños humectantes, 2 pares de guantes humedos black point, Lápices grafitos y gomas y una tabla acrílica con formulario de marcaje.



Figura 2.5: Colocación ideal de marcas Hallprint TBA-2 T-bar 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 marcaje de la CCAMLR en la cual se indica que fue proporcionada por Sanford Ltd.

2.7. Objetivo 4. Estudiar el ciclo vital y estructura poblacional del bacalao de profundidad de la pesquería chilena mediante marcadores químicos en otolitos

Con la finalidad de apoyar el análisis de la estructura poblacional del bacalao de profundidad en el cono sur de América, en esta pesca de investigación se realizaron dos actividades importantes. La primera fue la colecta de otolitos especiales con el fin de disponer de una muestra representativa, tanto espacial como temporal del stock que explota la pesquería

industrial; y la segunda, iniciar el estudio de la microquímica de otolitos en relación con origen natal del stock chileno. Mayores detalles sobre los fundamentos y metodología usada en este análisis se encuentra el informe final de la UDEC, que se adjunta a este informe.

2.7.1. Colecta de muestras

Durante el muestreo biológico, cuando se hizo un muestreo más exhaustivo de los peces consistente en tomar varias medidas relacionadas al tamaño, peso, sexo y condición de madurez entre otras, se recolectaron otolitos de bacalao de profundidad de ambos sexos, libres de contacto con metal y provenientes de los distintos caladeros frecuentados por la flota. El protocolo de trabajo para la colecta de las muestras fue el siguiente:

1. Seleccione el pez a muestrear.
2. Registre los datos indicados en el formulario de otolitos y se le asignó el código identificador o etiqueta de la muestra, cuya estructura es: OTO.001.001; donde OTO indica otolito, los siguientes tres dígitos el número del lance y los tres últimos dígitos señalan al número del ejemplar.
3. Para el correcto llenado del formulario tenga presente que:
 - El número del lance debe coincidir con el número del lance de la bitácora.
 - La fecha, la latitud y longitud corresponden al inicio del virado.
 - La latitud y longitud es medida en grados y minutos con 2 decimales (ej. 55°34,23’).
4. Extraiga los otolitos del pez, asegurándose que estos no tengan contacto con ningún objeto metálico, para lo cual tenga la precaución que durante el corte del cráneo, el cuchillo no toque los otolitos.
5. Retire los otolitos desde su ubicación con una pinza u otra herramienta plástica.
6. Limpie y seque el otolito, con papel secante y luego almacénelo en un sobre o frasco.
7. Coloque una etiqueta identificadora al interior del sobre, la que debe coincidir con el código del muestreo biológico.
8. Coloque y rotule la etiqueta identificadora externa, de manera que la pérdida de alguna de ellas no implique perder la muestra.
9. Selle el sobre.
10. Registre el código identificador de la muestra, en el formulario de otolitos, en el campo: **Etiqueta otolitos**.
11. Almacene las muestras en un lugar seguro.
12. Repita el procedimiento anterior hasta completar el tamaño de muestra solicitado, teniendo siempre en cuenta los requerimientos establecidos para la colecta de la muestra.

Materiales

Los materiales usados fueron: 1000 sobres de papel para otolitos, 6 rollos toalla papel absorbente, 1 bandeja muestreadora otolitos, 4 pinzas plásticas, 2 lámparas portátiles, 2 alargadores de corriente, 1 caja guardar muestras, 10 formularios otolitos, lápices y marcadores indelebles

2.7.2. Datos y muestras colectadas

La información y datos colectados en esta actividad fue primariamente registrada en el formulario denominado “Otolitos especiales”, y luego ingresados a la Base de datos de la Pesca de Investigación, en vinculación directa con los datos de bitácora, quedando almacenados en la tabla “Otolitos”. Las muestras por su parte se encuentran almacenadas en CEPES, tal como se previó inicialmente en la propuesta técnica, disponibles para futuros análisis.

2.7.3. Análisis de las muestras

Una parte de las muestras colectadas fueron entregadas a la UDEC para su análisis, cuya metodología se describe en el informe preparado por la UDEC.

2.8. Objetivo 5. Análisis reproductivo del bacalao de profundidad al sur de los 53°S.

Con la finalidad de realizar un análisis reproductivo durante un ciclo anual, en esta PI durante el muestreo biológico, se recolectarán muestras de tejido gonádico de hembras de bacalao de profundidad, entre junio y diciembre de 2010, mediante el siguiente protocolo:

1. Seleccione el pez para la obtención de la muestra (Debe ser siempre hembra).
2. Consigne los datos indicados en el formulario de muestreo de gónadas.
3. Pese la gónada completa y registre esta información en el formulario antes señalado.
4. Con un utensilio cortante (bisturí) seccione un trozo del ovario conservando la membrana, tal como se indica en la figura 2.6.
5. Coloque el trozo en un frasco y adicione el preservante (fijador), alcohol al 70 %, de manera que toda muestra quede inmersa.
6. Coloque la etiqueta identificadora del interior.
7. Coloque la tapa del frasco asegurándose que quede completamente sellada.
8. Coloque y rotule la etiqueta identificadora externa, de manera que la pérdida de alguna de ellas no implique perder la identificación de la muestra.

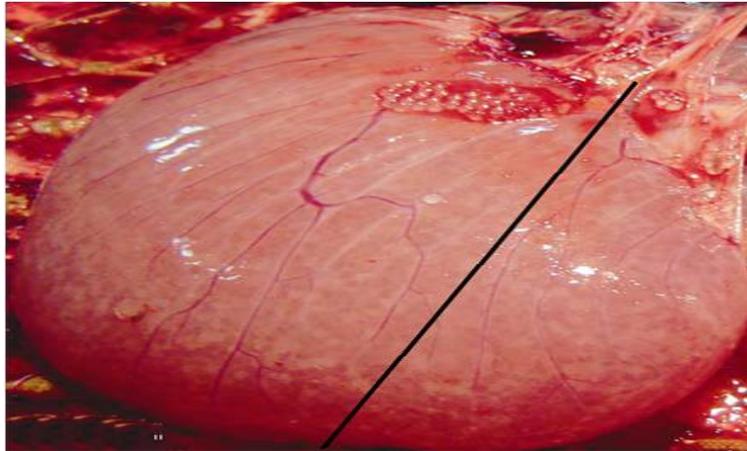


Figura 2.6: Corte para la obtención de la muestra de ovario de Bacalao de profundidad

9. La etiqueta tendrá la siguiente nomenclatura alfa numérica con 9 caracteres, tal como se indica en la Figura 2.7.
10. Almacene las muestras en un lugar seguro.
11. Repita el procedimiento anterior hasta completar el tamaño de muestra solicitado, teniendo siempre en cuenta los requerimientos establecidos en la selección de la muestra.



Figura 2.7: Etiqueta de la muestra de gónada.

2.8.1. Materiales

Para la colecta de material gonádico se usaron 300 Frascos plásticos de 300 ml, 400 Etiquetas adhesivas exterior, 400 Etiquetas de interior, 1 set Bisturí, 1 Piseta, 1 Rollo parafilm, 2 Cajas para frascos, 60 lts alcohol, 10 Formularios gónadas, Lápices y marcadores indelebles

2.8.2. Muestras colectadas

Al momento del presente informe y faltando un embarque se han recopilado un total de 521 muestras de gónadas, provenientes de la principal área de la pesquería industrial,

específicamente del área entre Faro Evangelistas e Isla Nueva y entre junio y diciembre del 2010. De este total, 458 fueron fijadas en alcohol y 63 congeladas como se indica en la Tabla 3.4.

Tabla 2.1: Número de muestras de gónada de hembras de Bacalao, fijadas en alcohol 95 % y congeladas, colectadas entre junio y diciembre del 2010, en el marco de la Pesca de Investigación Bacalao 2010.

Preservante	Marea 1	Marea 2	Marea 3	Total
Alcohol 95 %	292	98	68	458
Congeladas	0	63	0	63
Total	292	161	66	521

Las 458 muestras fijadas en alcohol 70 % fueron enviadas al Prof. Fernando Balbontín para su análisis. Las 63 muestras congeladas fueron entregadas a la UDEC el 21 de Diciembre del 2010, las cuales fueron devueltas dos días después perdiéndose 47 de ellas por descongelamiento. Las 16 que fueron rescatadas también fueron enviadas al Prof. Balbontin. Respecto del análisis de todas estas muestras esperamos tener los resultados a mediados de mayo del 2011. Dado la duración de las mareas en esta pesquería, entonces es posible indicar que las muestras colectadas en la última marea de esta PI (Enero a mayo del 2011), no podrán ser incorporadas en el informe final del proyecto, pues este tiene como fecha de entrega a fines de junio del 2011.

Se optó por fijar las muestras en alcohol, ante la imposibilidad de usar formalina para ello, pese a las gestiones para llevar a bordo formalina con la finalidad de obtener muestras de tejido gonádico para histología, pero esto no se pudo debido a la negativa de los operadores ante el temor de contaminación a bordo. De todas maneras hubo un avance en la fijación del material respecto de la PI 2009, donde todas las gónadas colectadas fueron congeladas.

2.8.3. Tratamiento y análisis de las muestras e indicadores

Una vez terminada la marea, las muestras obtenidas fueron trasladadas desde Punta Arenas a la Universidad de Valparaíso, en Reñaca, para su análisis. En el laboratorio las muestras se pesaron en una balanza (0,01 g) y de aquellas que fueron congeladas a bordo se tomó un trozo que fue fijada en formalina 10 % neutralizada con bórax. En el laboratorio se determinó el estadio de madurez sexual (EMS) de acuerdo a las características macroscópicas y mediante el examen microscópico mediante un microscopio estereoscópico de trozos de las gónadas fijadas. En el caso de las hembras, los trozos de gónada se disgregaron para posteriormente medir el diámetro de los ovocitos más desarrollados, determinar la presencia de ovocitos hidratados, la existencia de algún grado de reabsorción, como también examinar el aspecto general del resto de los ovocitos. La medición del diámetro de los ovocitos más desarrollados, corresponde a uno de los métodos indicados por West (1990)[50] para estimar el desarrollo ovocitario. Los EMS se clasificaron de acuerdo a la escala apreciativa de Kock & Kellerman (1991)[26] , señalada en la Tabla 1 del Anexo1, donde hay mayores

detalles de la metodología usada, tanto en el tratamiento de las muestras y de los indicadores usados en el análisis como el Índice gonadosomático (IGS), la talla de media de madurez y fecundidad.

Capítulo 3

Resultados

3.1. Objetivo 1. Análisis de la interacción de mamíferos y de la tasa de predación.

3.1.1. Medición de la Captura y el esfuerzo de pesca

Estimador de la captura

Dos enfoques se pueden adoptar para estimar la captura nominal de la flota bacaladera industrial chilena. El primero, denominado Método A surge de la medición de la captura en número por lance y su posterior conversión a peso. El segundo denominado Método B hace uso de un factor de conversión para calcular el peso de los peces enteros.

1. Metodo A. En este método el esfuerzo está centrado en una medición precisa de la captura en número.

Si C_i^- es el número de peces en la captura nominal del lance i y p_l la proporción de peces a la talla en la muestra de la captura nominal, entonces la captura por intervalos de tamaño del lance ($C_{i,l}^-$) es:

$$C_{i,l}^- = C_i^- \cdot p_l \quad (3.1)$$

Si el peso promedio de los ejemplares a la talla está dado por: $\bar{w}_i = a \cdot l^b$, entonces la captura en peso por intervalo de tallas es,

$$C_{i,l}^{-,w} = C_{i,l}^- \cdot \bar{w}_i \quad (3.2)$$

Luego la captura nominal en peso del lance se obtiene sumando a través de las j tallas.

$$C_i^{-,w} = \sum_{l=1}^j C_{i,l}^{-,w} \quad (3.3)$$

El mejor estimador, en número o peso, de la captura real (C_i), se obtiene sumando a la captura nominal del lance C_i^- estimada bajo este método más la captura depredada (C_i^p), es decir

$$C_i = C_i^- + C_i^p \quad (3.4)$$

2. Metodo B.

La captura nominal en peso del lance i se obtiene multiplicando la producción (P_i) por un factor de conversión (F_c) que convierte la producción a peces enteros y sumando a este producto la captura desechada (C_i^d).

$$C_i^{-,w} = P_i \cdot F_c + C_i^d \quad (3.5)$$

Luego, la captura nominal en número del lance (C_i^-) es:

$$C_i^- = \frac{C_i^{-,w}}{\bar{w}_i} \quad (3.6)$$

Donde \bar{w}_i es:

$$\bar{w}_i = \frac{\sum_{l=1}^j n_l \cdot \bar{w}_l}{\sum_{l=1}^j n_l} \quad (3.7)$$

El mejor estimador, en número o peso, de la captura real (C_i), se obtiene sumando a la captura nominal del lance C_i^- estimada bajo este método con la captura depredada (C_i^p), es decir

$$C_i = C_i^- + C_i^p \quad (3.8)$$

$$(3.9)$$

donde,

$$C_i^- = P_i \cdot F_c + C_i^d \quad (3.10)$$

Captura nominal (C^-)

La captura nominal, es decir aquella que llega bordo y pasa a la línea de proceso donde se puede distinguir la materia prima y la desechada, fue obtenida directamente de la estimación hecha por el barco. La medición en número de la captura nominal fue obtenida directamente del conteo llevado por el puente en el caso del Globalpesca I y desde la factoría en el caso del Antarctic Bay. Para su medición en peso, también fue obtenida

directamente desde el puente y cuyo proceso de estimación implica transformar la producción a peces enteros mediante un factor de conversión. En el caso del Globalpesca I el factor de conversión usado fue 1,43 y en el caso del Antarctic Bay fue de 1,05. Las diferencias del factor de conversión entre ambos buques radica en que Globalpesca realiza troncos sin cabeza ni vísceras (HGT) y el Antarctic Bay obtiene como producto final peces enteros sólo eviscerados.

Estimación de la captura depredada (C^p)

a) Relaciones morfométricas en peces enteros.

Un total de 305 peces enteros se usaron para construir las relaciones entre las medidas corporales del bacalado de profundidad, capturados en la zona sur austral chilena. Los tamaños de los peces seleccionados tuvieron un rango entre los 57 y 227 cm de longitud total, con una mayor cantidad de muestras bajo los 130 cm, donde el tamaño de los peces capturados fueron más frecuentes.

Las gráficas entre las distintas medidas corporales seleccionadas y la longitud total presentan una marcada tendencia lineal positiva, de manera que el aumento de una de ellas necesariamente implica el aumento de la otra medida (Figura 3.1). Todas las medidas corporales seleccionadas presentan una correlación fuerte y positiva con la longitud total (Tabla 3.1). Southward y Hardman (1973)[44], indican que la capacidad predictiva óptima la tiene aquella relación cuya regresión entre la longitud predicha y la longitud observada presenta un intercepto 0 y pendiente 1. De acuerdo con ello entonces la mayor capacidad predictiva de la Longitud total (LT) la tiene la "Longitud de la cabeza", seguida por la "Longitud del Labio superior", "Longitud post-orbital", "Distancia entre ojos", Longitud del labio inferior", "Largo de la nariz", "Longitud de la mandíbula inferior", "Longitud de la mandíbula superior", y en último lugar el "Diámetro del ojo" (Tabla 3.2).

En consecuencia, todas las medidas corporales podrían ser usadas para estimar la longitud total de un pez, a partir de los vestigios dejados por los mamíferos. Como en general los restos recuperados permiten obtener más de una medición, con excepción de los labios, es recomendable entonces usar la mejor relación.

b) Estimación de la Captura depredada (C^d).

La información analizada corresponde a la segunda marea y tercera marea del BP Globalpesca I, realizadas desde junio a agosto y septiembre a diciembre del 2010, respectivamente. Se suma a ellas la segunda del BP Antarctic Bay ocurrida de septiembre a noviembre del 2010.

Los datos más confiables de medición o conteo de los restos, atribuibles a depredación por mamíferos corresponden a los medidos en el BP Globalpesca I, en ambas mareas. Los datos del BP Antarctic Bay no son consistentes en la cantidad pero sí en la tendencia

con los medidos en el BP Globalpesca I, los cuales consideramos mejor medidos ya que en dicho barco hubo un observador con dedicación exclusiva al tema, especialmente durante la marea 3. Los datos indican que el efecto de los mamíferos es variable en el tiempo, siendo los meses de invierno e inicio de primavera cuando se dan las mayores cantidades de peces depredados por los mamíferos (Tabla 3.3).

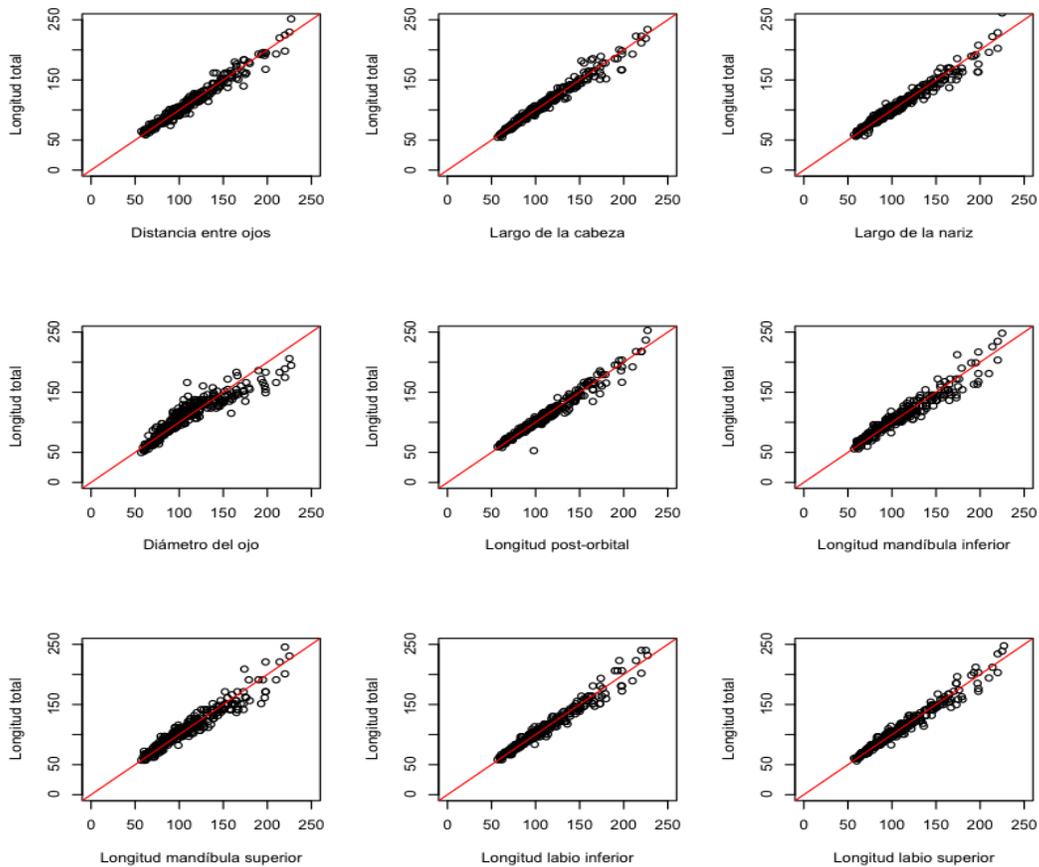


Figura 3.1: Relaciones gráficas entre las medidas corporales (Distancia entre ojos, Largo de la cabeza, Largo de la nariz, Diámetro del ojo, Longitud post-orbital, Longitud mandíbula inferior, Longitud mandíbula superior, Longitud labio inferior, Longitud labio superior) y la Longitud total, en el Bacalao de profundidad.

Tabla 3.1: Relaciones morfométricas entre la longitud total (LT) y diversas medidas del cuerpo (LT: Longitud total, X_1 : Distancia entre ojos, X_2 : Largo de la cabeza, X_3 : Largo de la nariz, X_4 : Diámetro del ojo, X_5 : Longitud post-orbital, X_6 : Longitud mandíbula inferior, X_7 : Longitud mandíbula superior, X_8 : Longitud labio inferior, X_9 : Longitud labio superior.), I.C: intervalo de confianza al 95 %, r : Coeficiente de correlación de Pearson, n : tamaño muestral.

Relación	I.C.Intercepto	I.C.Pendiente	r	n
$LT = 16.0294 + 12.1331 \cdot X_1$	[13.7523 , 18.3064]	[11.8592 , 12.4070]	0.9806	304
$LT = -8.9189 + 3.7372 \cdot X_2$	[-11.4600 , -6.3777]	[3.6610 , 3.8133]	0.9841	304
$LT = -6.7600 + 13.0774 \cdot X_3$	[-9.9819 , -3.5381]	[12.7335 , 13.4214]	0.9740	304
$LT = -41.3394 + 30.0241 \cdot X_4$	[-48.7503 , -33.9285]	[28.5954 , 31.4528]	0.9014	303
$LT = 0.4485 + 6.3873 \cdot X_5$	[-2.1238 , 3.0207]	[6.2453 , 6.5294]	0.9812	304
$LT = -6.9651 + 8.9524 \cdot X_6$	[-11.1025 , -2.8277]	[8.6501 , 9.2546]	0.9582	304
$LT = -6.9906 + 9.9029 \cdot X_7$	[-11.1900 , -2.7913]	[9.5636 , 10.2422]	0.9570	304
$LT = -5.1084 + 4.2268 \cdot X_8$	[-7.8654 , -2.3515]	[4.1304 , 4.3231]	0.9803	304
$LT = 1.7444 + 4.4525 \cdot X_9$	[-4.3194 , 0.8306]	[4.3552 , 4.5499]	0.9818	304

Tabla 3.2: Ranking de las relaciones morfométricas entre la longitud total (LT) y diversas medidas del cuerpo de acuerdo con el criterio de Soutward y Hardman (1973), quienes señalan que la capacidad óptima de predicción esta dada por aquella relación cuya regresión entre la longitud predicha y longitud observada presenta un intercepto 0 y pendiente 1

Relación	Intercepto	Pendiente	Ranking
$LT = -8.9189 + 3.7372 \cdot X_2$	3.4952	0.9685	1
$LT = 1.7444 + 4.4525 \cdot X_9$	4.0034	0.9639	2
$LT = 0.4485 + 6.3873 \cdot X_5$	4.1365	0.9627	3
$LT = 16.0294 + 12.1331 \cdot X_1$	4.2574	0.9616	4
$LT = -5.1084 + 4.2268 \cdot X_8$	4.3353	0.9609	5
$LT = -6.7600 + 13.0774 \cdot X_3$	5.7002	0.9487	6
$LT = -6.9651 + 8.9524 \cdot X_6$	9.0904	0.9181	7
$LT = -6.9906 + 9.9029 \cdot X_7$	9.3398	0.9159	8
$LT = -41.3394 + 30.0241 \cdot X_4$	16.673	0.8499	9

Tabla 3.3: Número de restos recopilados y captura depredada en peso (reconstruída) para la marea 2 del BP Antarctic Bay (septiembre - noviembre) y las mareas 2 y 3 del BP Globalpesca I, junio a agosto y septiembre a diciembre del 2010, respectivamente.

Mes	Antarctic Bay		Globalpesca I	
	N	Kg	N	Kg
Junio			5	101
Julio			107	3072
Agosto			22	542
Septiembre	9	137	255	4944
Octubre	8	172	131	2944
Noviembre	1	9.8	23	852
Diciembre			5	243

Medición del esfuerzo de pesca

Se midieron en forma directa el número de cachaloterías caladas (ξ_i), el número de anzuelos por cachalotería (ψ_i) y el tiempo de reposo (τ_i), en una marea del BP Antarctic Bay y dos del BP Globalpesca I. El número de lances muestreados alcanzó un total de 416 y cuyo número por barco y marea se indica en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4: Número de lances de la marea 2 del BP Antarctic Bay (septiembre a noviembre) y de las mareas 2 y 3 del BP Globalpesca I, realizadas entre junio a Agosto y septiembre a diciembre del 2010, respectivamente.

Marea	BP Antarctic Bay	BP Globalpesca I
2	112	126
3		178

a) *Número de cachaloterías caladas por lance* (ξ_i).

El número de cachaloterías caladas varió fuertemente entre barcos (Figura 3.2). El Antarctic Bay durante la marea 2 efectuó todos sus lances con menos de 500 cachaloterías con una cantidad modal de 350 cachaloterías por lance. En cambio en el Globalpesca I, lo más común fue calar entre 500 y 600 cachaloterías por lance, especialmente en la marea 3. Esto grafica o refleja sin duda, las distintas estrategias de pesca seguidas por ambos barcos y también por los capitanes de pesca, como es el caso del Globalpesca I, donde la 2 y 3 marea tuvieron patrón de pesca diferente.

b) *Número de anzuelos por cachalotería* (ψ_i)

Nosotros hemos cuestionado el número de anzuelos como unidad de esfuerzo en la cachalotería, principalmente por la falta de independencia entre los anzuelos que componen el racimo. El número de anzuelos por cachalotería puede variar entre los lances de una misma

marea, tal como se muestra en la Tabla 3.5. El BP Globalpesca I realizó en la tercera marea, 54 lances con 8 anzuelos por cachalotera y 124 lances con 10 anzuelos por cachalotera. En cambio el Antarctic Bay durante toda la marea usó 6 anzuelos por cachalotera. Esto es un aspecto más de las distintas estrategias de pesca usadas por ambos barcos que necesita ser analizada con más profundidad, de manera que pudiera usarse como un factor que estaría influyendo en el poder de pesca de la cachalotera.

Tabla 3.5: Número de lances por marea y barco, en los cuales se usó 6, 8 y 10 anzuelos por cachalotera. AB: Antarctic Bay, GPI: Globalpesca I

Anz/Cach.	AB Marea 2	GPI Marea 2	BP GPI Marea 3
6	112	0	0
8	0	0	54
10	0	126	124

c) *Tiempo de reposo por lance* (τ_i).

El tiempo de reposo presenta una amplia dispersión y variabilidad entre lances, en ambos buques (Figura 3.3). En la marea 2 del Antarctic Bay esta variable presentó una distribución unimodal, con un rango de duración entre 3,66 a 40,3 horas. En el caso del Globalpesca I el tiempo de reposo de los lances realizados tuvieron una duración entre 2,8 a 41 y de 3,78 a 40,5 horas, en la marea 2 y 3, respectivamente. Ambas mareas del Globalpesca I presentaron una distribución bimodal del tiempo de reposo, lo cual está indicando la presencia de dos tipos de lances y que estadísticamente podrían conformar dos poblaciones. Ambas poblaciones en la duración del tiempo de reposo obedece a la estrategia de calado y virado seguida por el patrón de pesca. En general ellos optan por operaciones de pesca sucesivas y tamaños de línea cortas y largas.

Los valores extremos, especialmente los ubicados en la cola superior de los lances con mayor horas de reposo pueden obedecer a tácticas de pesca originadas por ejemplo en el afán de evitar acción depredadora de orcas y cachalotes y también a otros factores incontrolables por el pescador como el impedimento de virar las líneas caladas por mal tiempo.

El análisis de los rendimientos de pesca fue hecho bajo la concepción teórica que estos presentan un comportamiento no lineal con el tiempo de reposo, tal como fue advertido y estudiado en la década del 60 y 70 (Murphy, 1960[33] ; Rothschild, 1967[42] ; Skud, 1972[45]; Skud, 1975[46], y Skud & Hamley, 1978[47]; por Hougard 1996[20]; Hougard & Lassen, 2000[21] posteriormente). Murphy (1960)[33], señaló que la captura incrementa hasta un determinado valor de la hora de reposo y luego declina suavemente, debido a un decrecimiento del poder de pesca del longline con el tiempo. Skud & Hamley (1978)[47], indican que el hecho que la captura alcance una asintota y luego decline, puede deberse a la contribución de factores como la pérdida de carnadas desde los anzuelos, al deterioro de la atracción de la carnada, así como a una mengua local de la abundancia. En el caso del bacalao, los rendimientos de pesca a través de las horas de reposo se muestran con alta variabilidad. No obstante cuando esta variable se discretiza a intervalos de clase de 5

horas, la concepción teórica de los rendimientos de pesca con el tiempo de reposo parece aflorar (Figura 3.4). Sin embargo, debemos ser meticulosos y mirar esto con cuidado ya que los datos aquí presentados son de carácter observacional y por lo tanto se encuentran influenciados por una serie de factores que no han sido controlados. En pesquerías de crustáceos con trampas el comportamiento de la CPUE es no lineal, creciendo inicialmente hacia una asíntota (Briand et al., 2001 [8]). La recomendación que surge de esto es simple: *Se debe analizar de manera más profunda el efecto del tiempo de reposo y los rendimientos de pesca en el bacalao, ya que es muy probable que el supuesto de proporcionalidad entre la abundancia y la CPUE, no se cumpla si existe un comportamiento no lineal entre ambas variables.*

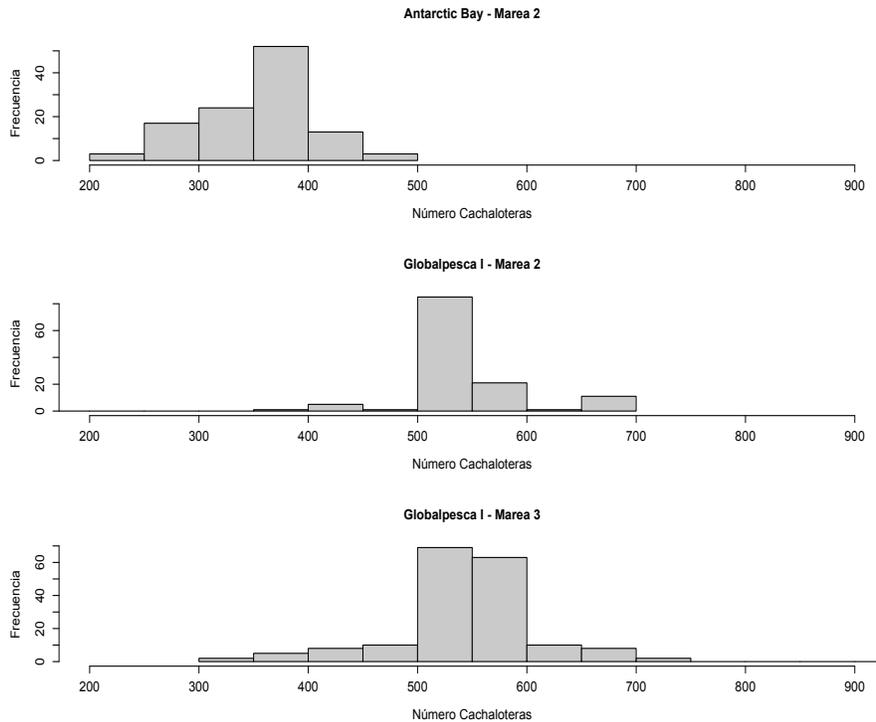


Figura 3.2: Distribución de frecuencias del número de cachaloteras caladas por lance (ξ_i) en la marea 2 del BP Antarctic Bay (septiembre - noviembre) y las mareas 2 y 3 del BP Globalpesca I, junio a Agosto y septiembre a diciembre del 2010, respectivamente.

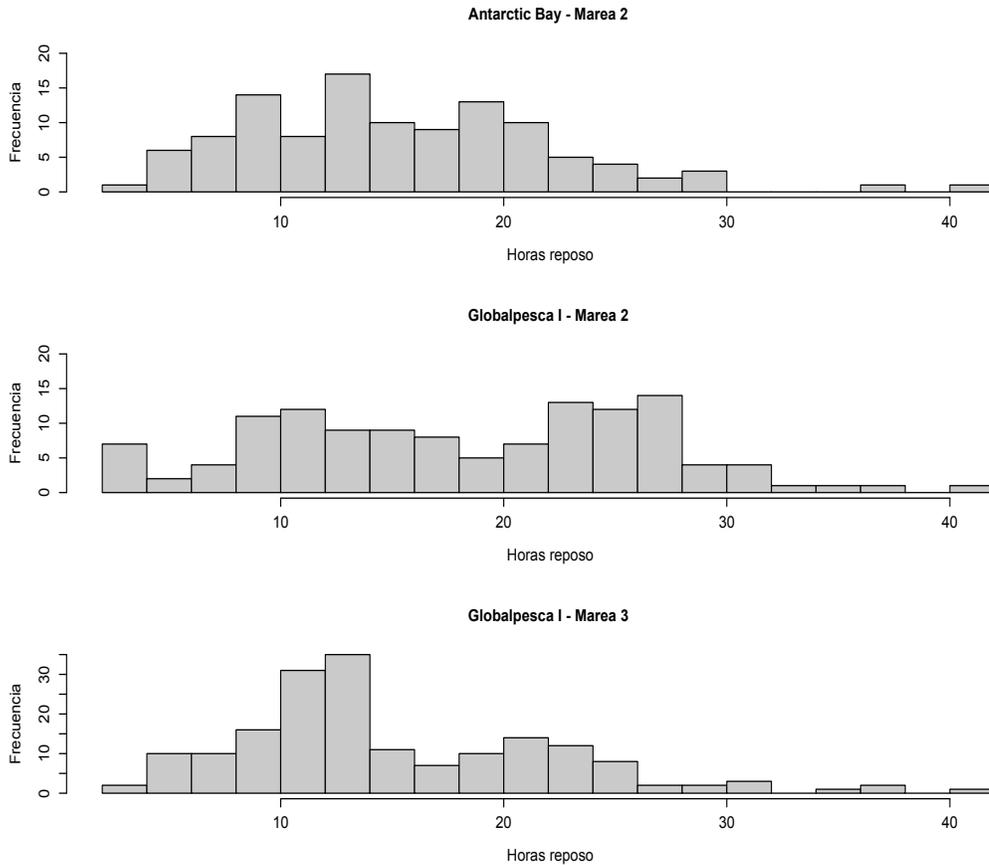


Figura 3.3: Distribución de frecuencias de las horas de reposo por lance (τ_i) en la marea 2 del BP Antarctic Bay (septiembre - noviembre) y las mareas 2 y 3 del BP Globalpesca I, junio a agosto y septiembre a diciembre del 2010, respectivamente.

Hacia los valores extremos de horas de reposo (bajo las 5 y sobre las 25 horas) aparece una gran variabilidad en los rendimientos de pesca, donde algunos lances presentan rendimientos altos y otros rendimientos muy bajos. Nosotros creemos que la experiencia adquirida por los pescadores a través de los años les ha permitido percatarse de este fenómeno y por lo tanto privilegian lances donde los rendimientos medios son menos variables. Parece que los lances con horas de reposo entre 10 y 25 horas están bajo esta lógica. Lances con horas de reposo mayores a 25 horas corresponden a situaciones fuera del patrón normal de pesca provocadas por la presencia de orcas o mal tiempo, lo cual se refleja en su baja frecuencia (Tabla 3.6), haciendo muy difícil interpretarlos correctamente.

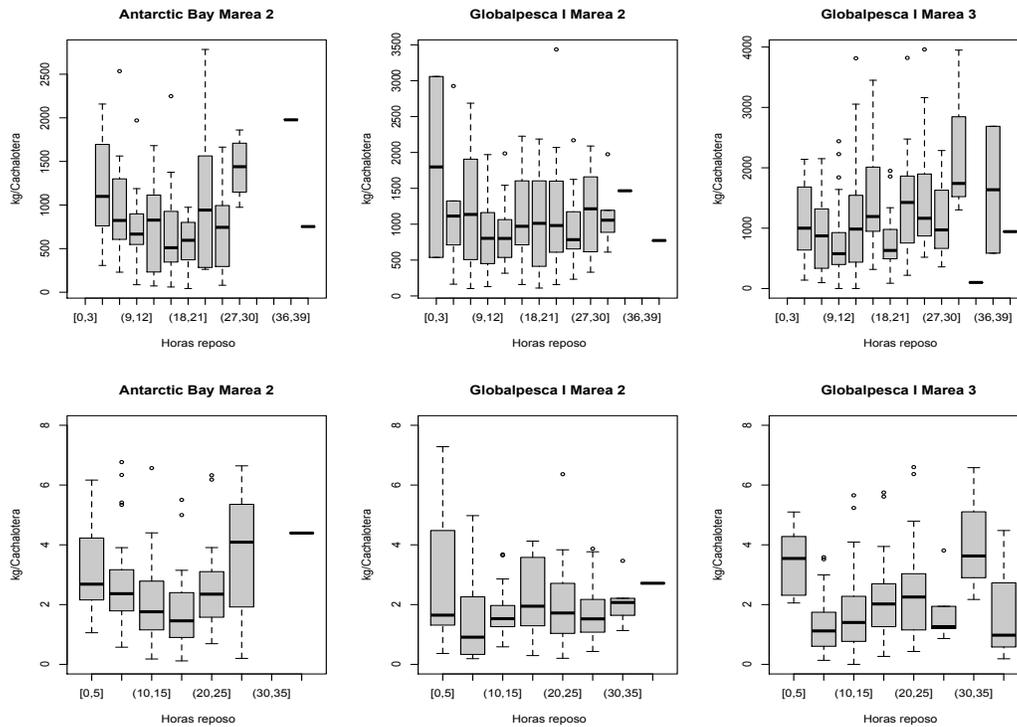


Figura 3.4: Rendimientos de pesca por horas de reposo por lance (τ_i) en la marea 2 del BP Antarctic Bay (septiembre - noviembre) y las mareas 2 y 3 del BP Globalpesca I, junio a Agosto y septiembre a diciembre del 2010, respectivamente.

Tabla 3.6: Número de observaciones por intervalo de clase de la horas de reposo (Clase), marea y barco. AB: Antarctic Bay, GPI: Globalpesca I

Clase.	AB Marea 2	GPI Marea 2	BP GPI Marea 3
[0, 5)	5	9	6
[5, 10)	24	15	32
[10, 15)	29	26	73
[15, 20)	28	17	21
[20, 25)	16	22	33
[25, 30)	8	28	5
[30, 35)	0	5	3
[35, 40)	1	2	3

La alta variabilidad en los tiempos de reposo de los lances, tanto con espinel tradicional como con cachaloteras, hace preguntarse surgir por ejemplo la siguiente pregunta: ¿Cuál es el rango apropiado del tiempo de reposo que se debe usar en la estandarización de la CPUE, para que esta se ajuste al supuesto de proporcionalidad con la abundancia?. Tampoco se ha puesto mucha atención en el supuesto de independencia de la capturabilidad de los

anzuelos en el espinel tradicional y en especial en las cachaloterías, en el efecto de la pesca repetitiva (interacciones entre lances), las innovaciones tecnológicas introducidas por los pescadores (Cachaloterías con tapas, espantaorcas, etc) y las tácticas de pesca usadas por los pescadores, por nombrar algunas.

3.1.2. Tasa de predación (ϕ) a partir de los restos.

La tasa de predación calculada a partir de los restos muestra el mismo patrón mensual, ya sea deducida desde el número de individuos depredados o desde la biomasa (Figura 3.5). Estos resultados indican que la tasa de depredación es variable a través del tiempo. En invierno y primavera se producen las mayores tasas y hacia verano disminuye. Estos resultados indican la existencia de una fluctuación estacional de la tasa de predación, probablemente asociada a variaciones también estacionales en la cantidad y composición específica de orcas y cachalotes, tal como se muestra en las Figuras 3.9 y 3.10. Esperamos no obstante reunir más datos para, al menos, ratificar este patrón estacional.

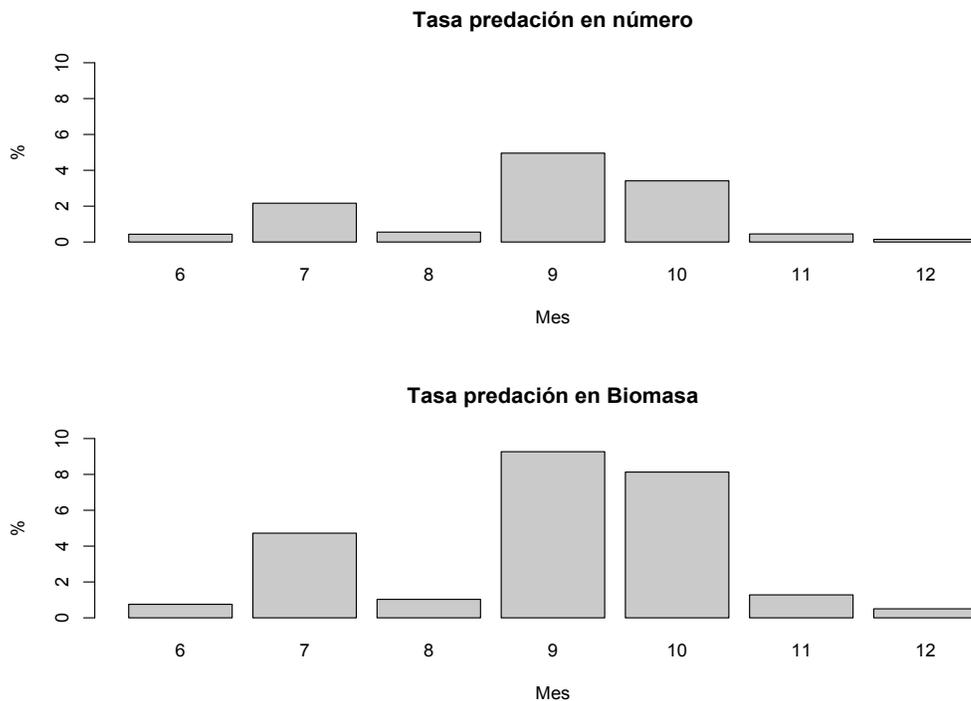


Figura 3.5: Tasa de predación mensual sufrida por el BP Globalpesca I, estimada a partir restos y reconstrucción de la biomasa perdida o Captura depredada

La estructura de talla de los peces depredados, reconstruida a partir de los restos mediante las relaciones morfométricas de ellos con la longitud total, señala que orcas y cachalotes predaron preferentemente sobre animales entre 90 y 160 cm de LT (Figura 3.6).

Al comparar esta estructura de tamaños con la distribución de tallas de la captura bruta, apreciamos que orcas y cachalotes ejercen una acción depredatoria fuerte sobre los peces mayores a 90 cm, lo cual parece ser inducido por la cachalotera, al tener este artefacto un efecto protector mayor sobre la fracción juvenil de la captura (Figura 3.7). Moreno et al., (2003)[31], señalan que orcas y cachalotes no tienen preferencias por determinados tamaños de peces, sino que por el contrario ellos depredan de manera proporcional al patrón de explotación del espinel tradicional. Nosotros también creemos que dicha apreciación es correcta. La cachalotera protege mejor la fracción juvenil (menores a 90 cm de longitud total) y menos a las tallas mayores las cuales sufren más la acción depredadora de los mamíferos (Figura 3.7).

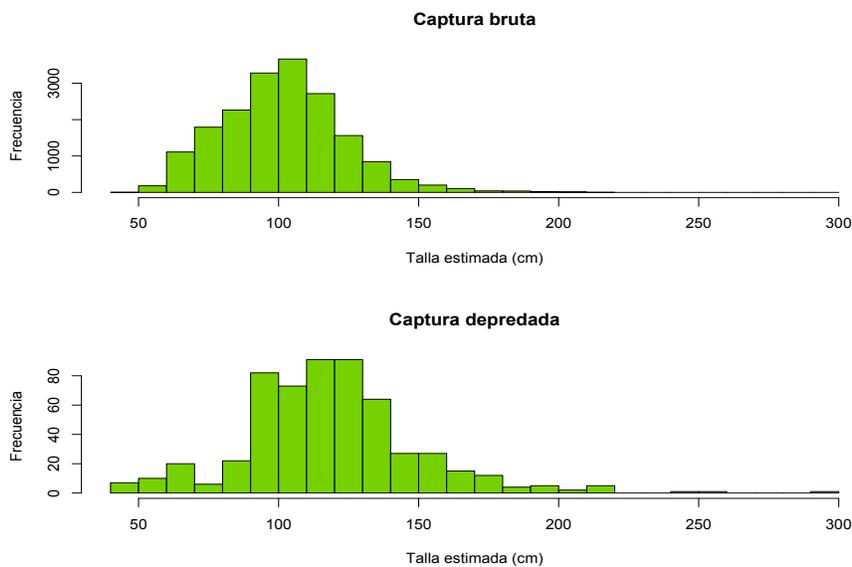


Figura 3.6: Distribuciones de tallas de la captura bruta y de la captura depredada por mamíferos en las operaciones de de pesca del BP Globalpesca I y BP Antarctic Bay, entre junio y diciembre de 2010.

3.1.3. Análisis del efecto temporal y espacial de la cantidad de mamíferos y de buques en la tasa de predación

3.2.3.1 Variación espacial y temporal de la cantidad de mamíferos en torno de los buques de pesca.

Los lances monitoreados por los observadores ocurrieron entre los 52°S y el límite sur de la ZEE chilena; sin embargo, la mayoría de los lances efectuados se situaron al sur del Islote Evangelistas, donde se ubican históricamente los principales caladeros de pesca de la flota bacaladera industrial (Figura 3.8).

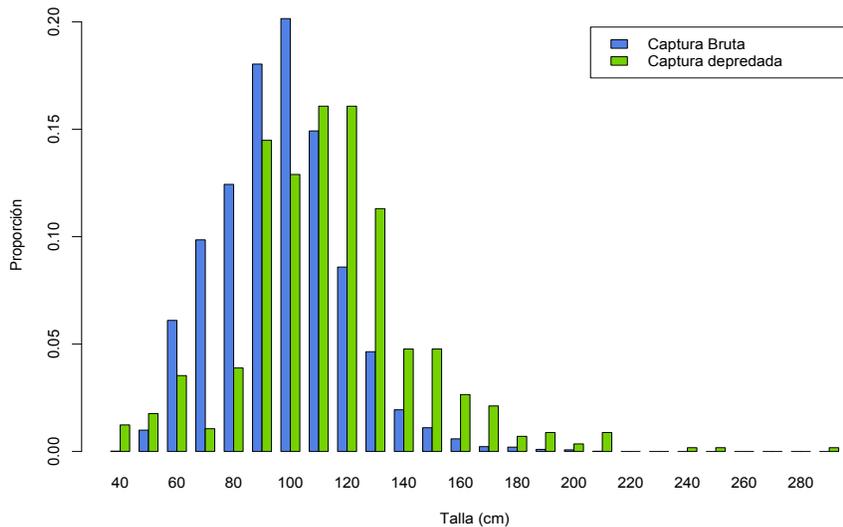


Figura 3.7: Distribuciones de tallas superpuestas de la captura bruta y de captura depredada por mamíferos en las operaciones de pesca del BP Globalpesca I y BP Antarctic Bay, entre junio y diciembre de 2010.

Durante la marea 2 del Globalpesca I, acontecida entre junio y agosto del 2010, en 79 de los 121 lances observados no hubo presencia de mamíferos, mientras que en 13 de ellos se presentaron simultáneamente orcas y cachalotes, en 12 sólo hubo de orcas y en 17 solamente se avistaron cachalotes (Tabla 3.7).

Tabla 3.7: Número de lances con y sin presencia de mamíferos durante el virado, entre junio y diciembre del 2010. GPI: Globalpesca I, AB: Antarctic Bay. Datos colectados por los observadores en el marco de la Pesca de Investigación 2010.

	GPI Marea 2	GPI Marea 3	AB Marea 2
Sin Mamíferos	79	77	44
Ambos	13	22	15
Orcas	12	4	4
Cachalotes	17	49	48
Total	121	152	111

En la Marea 3 de este mismo barco, realizada entre septiembre y diciembre del 2010 se monitorearon y contaron los mamíferos alrededor del buque en 152 de los 178 lances realizados. En 77 no hubo mamíferos visibles y contables. En 22 de los 152 se detectó la presencia simultánea de orcas y cachalotes, en 49 sólo cachalotes y en 4 sólo orcas (Tabla 3.7).

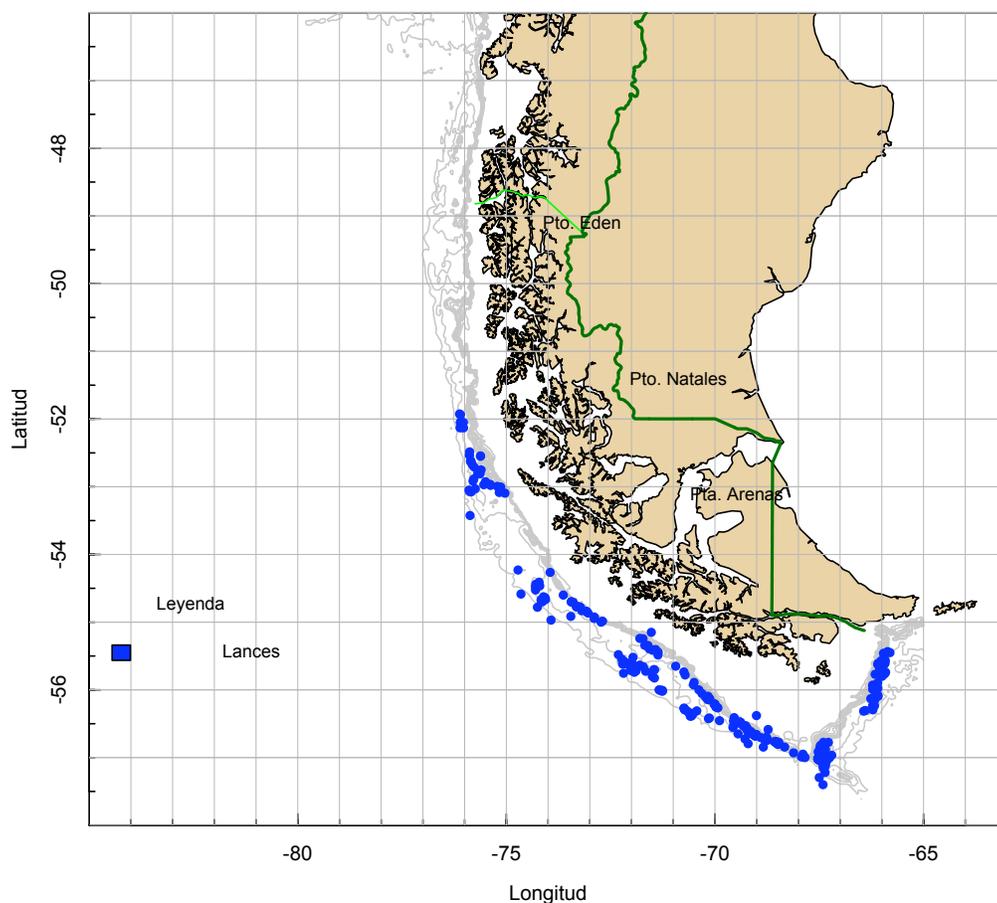


Figura 3.8: Lances de pesca monitoreados por observadores de CEPES en el marco de la pesca de investigación 2010, entre junio y diciembre de 2010.

En el caso de la marea 2 del Antarctic Bay, ocurrida entre septiembre a noviembre del 2010, se monitorearon todos los lances (virado). En 44 de ellos no hubo mamíferos presentes, en 15 se detectó la presencia simultánea de orcas y cachalotes, en sólo 4 orcas y en 48 únicamente cachalotes (Tabla 3.7).

Estos datos también indican que entre un 40 % y 65 % de los lances realizados no tuvieron presencia de mamíferos (orcas y cachalotes). La mayor cantidad de lances sin mamíferos ocurrieron en la marea entre junio y agosto. Las dos mareas posteriores este porcentaje bajó debido al aumento del número de animales y de grupos, los cuales a su vez cubren una mayor área en los caladeros de pesca al sur del Estrecho de Magallanes.

Variación estacional del número de orcas y cachalotes en torno a los buques.

Para fines del análisis hemos usado el término de “grupo” para referirnos a la cantidad máxima de orcas o cachalotes observados durante el virado de un lance y no a una estructura social que en ellos se pudiera dar. La información existente indica que estos grupos en los cachalotes han sido denominados como “Bachelor groups” indicándose que estarían compuestos por machos juveniles y adultos, ya que las hembras y crías se mantienen al norte de los 45°S (Perry et al., 1999, citado por Moreno et al., 2003[31]). En el caso de las orcas esta denominación no se aplica y en nuestras observaciones se han detectado individuos solitarios, en parejas y en grupos mayores, en los cuales se distinguen machos, hembras y crías, sugiriendo por lo tanto que se trata grupos familiares constituidos.

Los cachalotes estuvieron presentes desde junio a diciembre en grupos de tamaño variable. Durante el virado se avistaron y contabilizaron 164 grupos en el período antes señalado, con tamaños entre 1 a 9 individuos. Los individuos solitarios y parejas fueron los más persistentes en el tiempo avistándose todos los meses (Figura 3.9). En agosto comienzan a ser observados en torno a los buques los grupo de 4 a 5 individuos. En septiembre se observó la mayor amplitud de grupos y la mayor cantidad de los grupos más grandes. En octubre si bien aún existen algunos grupos grandes, se observa una disminución de ellos, lo cual se hace más evidente en noviembre, para desaparecer completamente en diciembre, mes en el que se vuelven a avistar entre 1 a 2 individuos durante el virado, similar a lo que se observó al comienzo de la serie, es decir entre junio y julio (Figura 3.9).

En el caso de las orcas, durante el periodo analizado se contabilizaron 71 grupos con tamaños entre 1 a 9 individuos. En julio se observó el rango mayor grupos en torno a los buques, con tamaños entre 1 a 7 animales. Desde agosto a octubre las orcas solitarias y en pareja desaparecen, siendo los grupos conformados por 4 a 9 animales los que predominan. Hacia noviembre se observa una disminución importante del tamaño de los grupos y de su frecuencia. En diciembre la cantidad de orcas en torno a los buques de pesca es muy baja y se encuentran conformando grupos de 4 a 5 individuos (Figura 3.9).

Dinámica espacial y temporal de orcas y cachalotes

El número de orcas y cachalotes en torno a los buques de pesca y su variación mensual muestran un patrón temporal de abundancia relativa similar para ambas especies, en el área estudiada. Orcas y cachalotes son menos abundantes a inicios del invierno, aumentan rápidamente hacia fines de dicha temporada (septiembre) e inicios de la primavera austral, para luego disminuir rápidamente hacia la época estival (Figura 3.10).

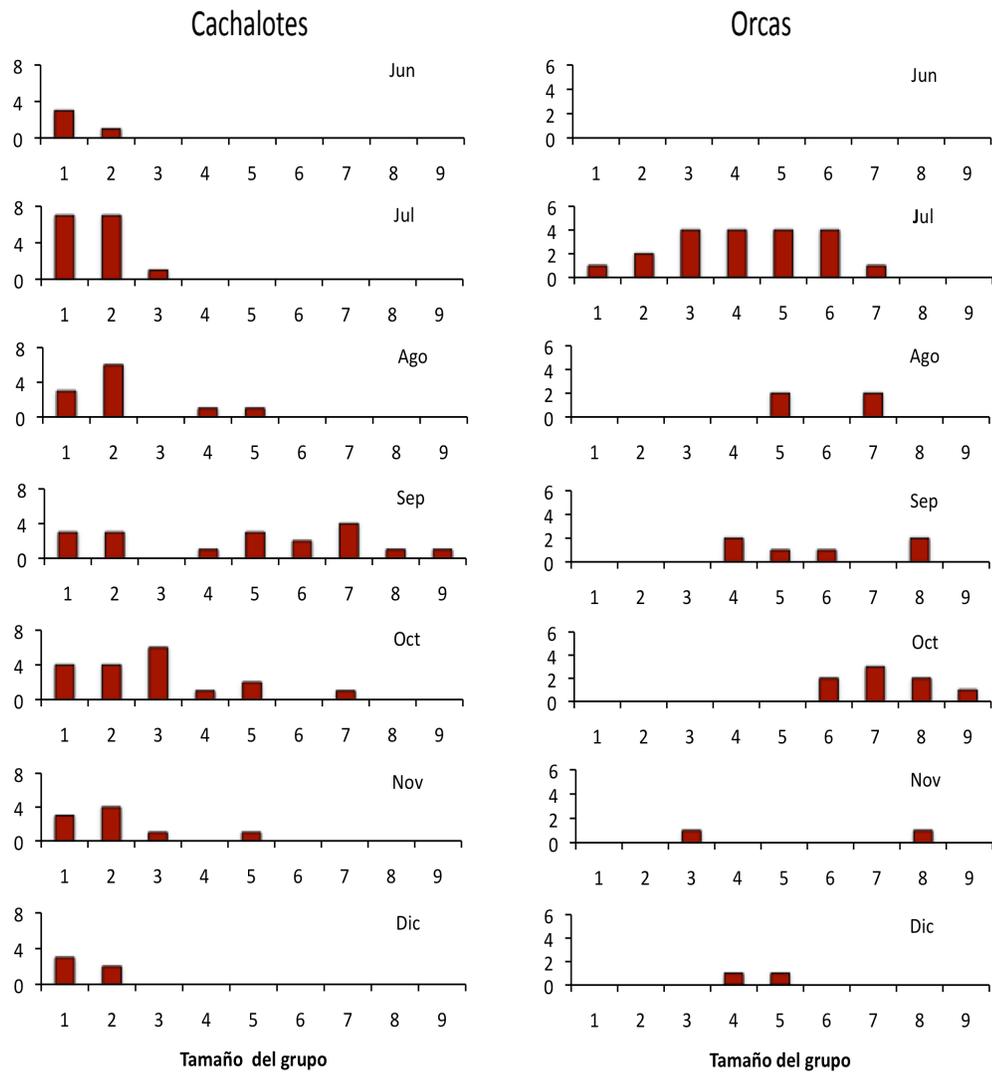


Figura 3.9: Variación mensual del número grupos de orcas y cachalotes mensual, entre junio a diciembre de 2010.

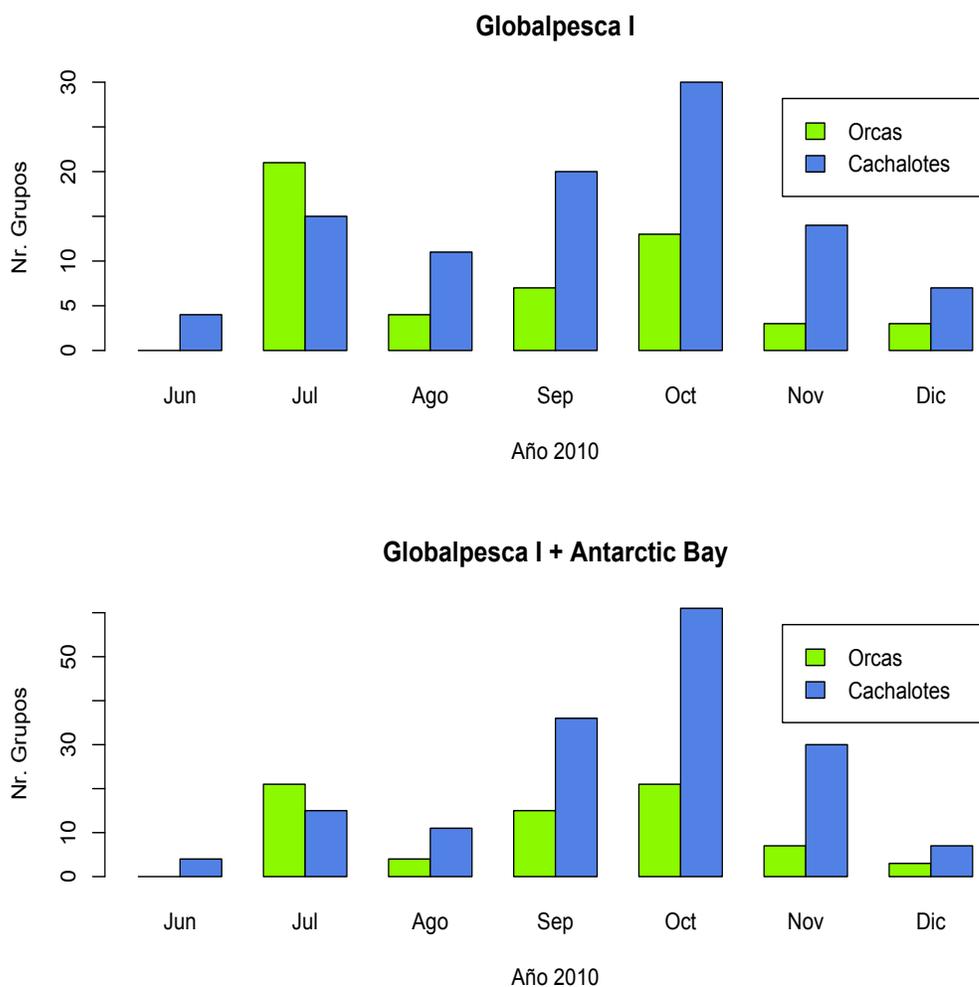


Figura 3.10: Variación mensual del número total grupos y de la cantidad de orcas y cachalotes avistados entre junio y diciembre del 2010.

Esta variación temporal en el caso de las orcas se presume que tiene que ver con movimientos estacionales de tipo trófico. Esta explicación tiene algunos elementos que la apoyan como el haber detectado en torno a los buques de pesca la presencia del ecotipo de orca A descrito por Pitman & Ensor (2003)[35]. El tipo A, identificado como la especie *Orcinus orca*, tiene una distribución circumpolar en aguas abiertas y migra desde altas latitudes hacia aguas antárticas durante el verano austral tras su presa principal, la ballena minke (*Balaenoptera acutorostrata*) y retorna en otoño siguiendo nuevamente a las ballenas minke.

El tipo A se alimenta principalmente de Ballena minke, Elefante marino del sur *Mirounga leonina*, pingüinos y peces (Guinet, 1992 [18] ; Guinet et al., 2000[19]; Berzin and Vladimirov, 1983[6] ; Yukhov et al., 1975[52]). Según Rochet et al., (2007)[41] y Tixier et

al., (2010)[49], es la forma más común involucrada en la depredación de bacalao desde las líneas de pesca en las Islas Crozet y Kerguelen.

Desde el punto de vista espacial existen algunas diferencias de la distribución de orcas y cachalotes en relación con las operaciones de pesca. Los cachalotes fueron avistados en todo el rango que cubrieron las operaciones de pesca monitoreadas, no así las orcas quienes no estuvieron presentes en las operaciones de pesca al norte de los 53°S (Figura 3.11). Ambas especies interactúan con la pesca con mayor frecuencia e intensidad al sur de los 56°S, donde se ubican a su vez los caladeros más importantes de la pesquería.

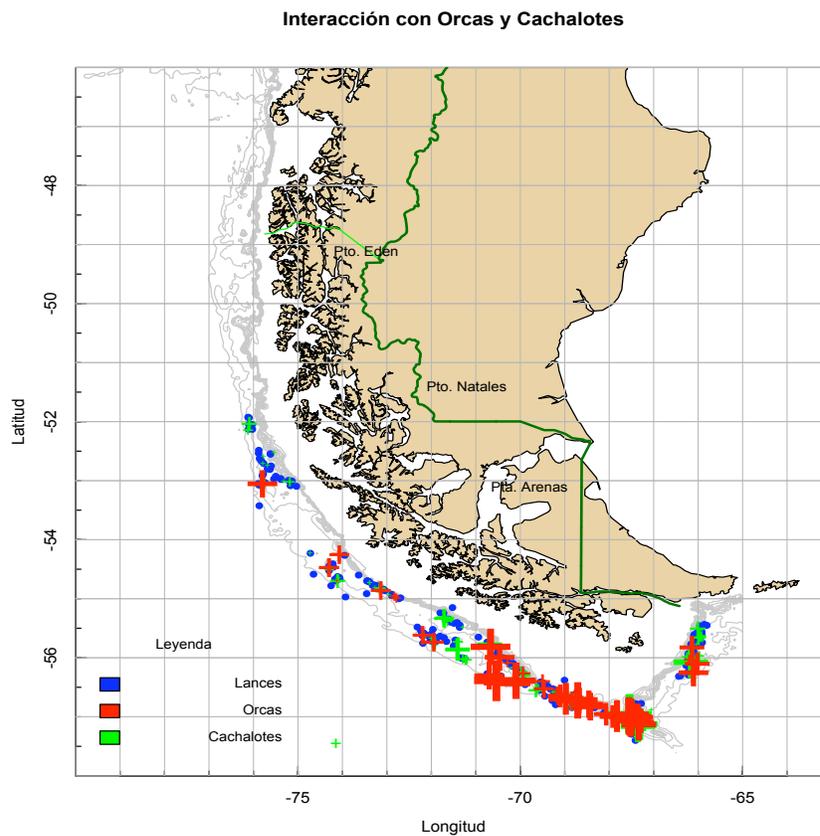


Figura 3.11: Distribución espacial de las interacciones de orcas y cachalotes en las operaciones de pesca del BP Globalpesca I y BP Antarctic Bay, entre Junio y Diciembre de 2010.

3.2.3.2 Identificación y caracterización de orcas y cachalotes

Se presentan aquí los resultados en la identificación de los mamíferos marinos que mero-dean los buques de pesca en la pesquería del bacalao de profundidad. Estas observaciones y el proceso de identificación comenzaron durante la II etapa de la Pesca de Investigación

2009 y continuaron durante la ejecución de la PI 2010, donde el énfasis estuvo centrado en el conteo de mamíferos marinos en torno a las embarcaciones de pesca.

El trabajo aquí presentado no fue una actividad identificada en la pesca de investigación 2009 propiamente tal, sino que obedece más que nada a la iniciativa propia del observador Francisco Valenzuela, quien con una cámara digital Canon realizó un catastro fotográfico y fílmico de las características observables externas y de comportamiento que permitió en principio caracterizar algunos cachalotes y el tipo de orcas alrededor de las embarcaciones de pesca.

a) Cachalotes caracterizados.

Un total de 5 cachalotes (*Physeter macrocephalus*) fueron posibles de caracterizar durante la primera marea de pesca del año 2010. A diferencia de Moreno et al., (2003)[31], nosotros no usamos las muescas y coloración de la aleta caudal para su caracterización, sino las marcas y la coloración de las aletas dorsales y del lomo.

1. **El Manchado**, fue un ejemplar que se caracteriza por presentar en el costado izquierdo del lomo, y en la parte anterior a la aleta dorsal una mancha estrellada de cuatro puntas de color blanquesina (Figura 3.12), y por la cual puede ser identificado. Este animal estuvo presente alrededor del buque por 4 días.
2. **Lomo cortado o Marcado**, fue un ejemplar que presenta principalmente sobre el costado izquierdo del lomo una gran marca transversal, la cual se presume puede ser producto de un enredo con el arte de pesca, en especial con la retenida (Figura 3.13). La marca es muy notoria y permite una fácil identificación. Este animal fue fotografiado y filmado alrededor en la zona de pesca cercana a Cabo de hornos, entre el 04 y 08 abril del 2010.
3. **Puntiagudo**, fue un ejemplar que presentó una aleta dorsal muy puntiaguda o aguzada, de ahí su denominación (Figura 3.14). Esta característica es muy marcada respecto de los demás cachalotes observados y creemos que puede ser una característica que permite su identificación. Este animal fue fotografiado y filmado en la zona de pesca cercana a Cabo de hornos, entre el 04 y 08 abril del 2010.
4. **Tres Puntos**, fue un ejemplar que presentó una aleta dorsal muy roma, y a continuación 3 crestas o nudillos visibles (Figura 3.15). Esta característica es muy marcada respecto de los demás cachalotes observados y creemos que puede permitir su identificación. Este animal, al igual que el anterior, fue fotografiado y filmado en la zona de pesca cercana a Cabo de hornos, en abril del 2010.
5. **El Viejo Dago**, fue un ejemplar que se caracteriza por presentar una mancha blanca muy notoria en el extremo anterior de la aleta dorsal (Figura 3.16). Se diferencia de los otros cachalotes observados por sus movimientos cansinos al desplazarse y



Figura 3.12: El Manchado. Se destaca la mancha dorsal estrellada, anterior a la aleta dorsal, en el costado izquierdo .

también al sumergirse, dando la impresión de estar muy cansado o muy viejo. Esta última característica y en honor al contramaestre del Globalpesca I, le valió su nombre.

b) Orcas

b.1) Ecotipos

La investigación sobre las orcas (*Orcinus orca*) ha revelado que en las altas latitudes sus comunidades están a menudo compuestas de diferentes “ecotipos-simpátricos”¹ que no se mezclan reproductivamente entre ellos, y que además difieren en su morfología, comportamiento, preferencia de presas, estructura social, comportamientos acústicos y rasgos morfológicos (Ford et al., 2000[17] ; Pitman & Ensor 2003[35] , Foote et al., 2009[16]).

¹La especiación simpátrica o especiación simpátrida es la formación de una especie sin que se establezca previamente una barrera geográfica entre poblaciones, a diferencia de lo que ocurre en la especiación alopatrica, considerada más comúnmente como “normal”.

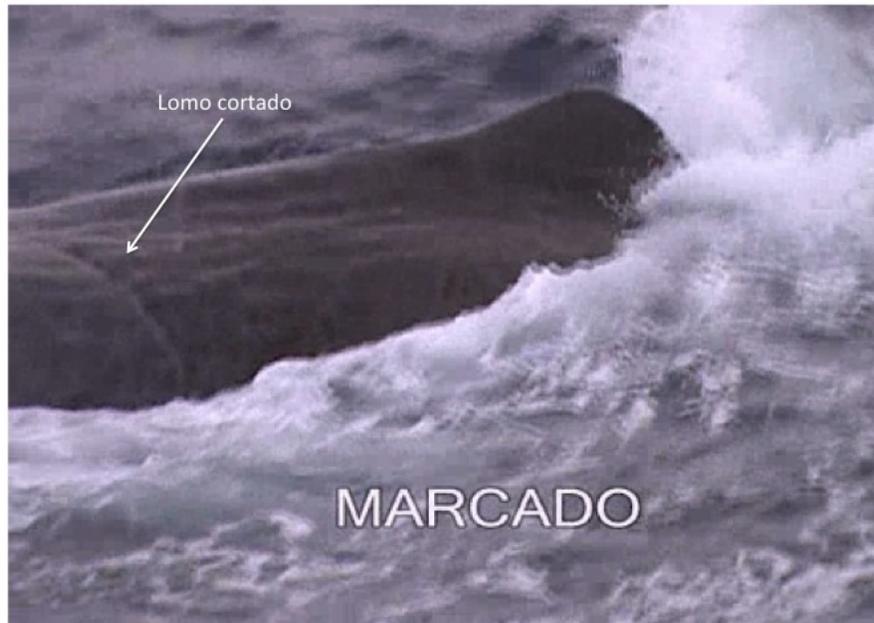


Figura 3.13: Lomo cortado o Marcado. Se destaca la marca transversal en el lomo del animal.



Figura 3.14: Puntigudo.

b.1.1) Ecotipos Antárticos

En aguas Antárticas, Pitman y Ensor (2003)[35], identificaron tres ecotipos (Tipo A, B y C, ver Figura 3.17) basados principalmente en su tamaño relativo, en el tamaño y orientación de su parche post-ocular y en la presencia o ausencia de una capa dorsal. Pitman & Ensor 2003[35] indican que estas formas parecen justificar el estatus de especie separadas, no obstante será importante demostrar que esta interpretación es coherente con los resultados de análisis genéticos moleculares y otros estudios morfológicos. Recientes evidencias genéticas, aunque no totalmente concluyentes sugieren que estos ecotipos, que presentan



Figura 3.15: Tres Puntos. En la figura derecha e izquierda se aprecia lo romo de su aleta dorsal y las 3 crestas o nudillos que lo caracterizan y que en definitiva le dan su nombre



Figura 3.16: El viejo Dago. Se destaca la mancha dorsal anterior a la aleta dorsal y lo pronunciado de su cabeza .

diferencias dramáticas en su morfología y ecología, representan un bien establecida divergencia y podrían ser considerados especies separadas (LeDuc et al., 2005[28], Morin et al., 2010[32])

1. El Tipo A, probablemente la forma nominal, es aparentemente la más grande las orcas antárticas con tamaños reportados para las hembras de 9 m y de 7.7 m para los machos (Mikhalev et al., 1981)[30], se caracteriza por tener un parche post-ocular

blanco de tamaño mediano orientado de forma paralela al eje del cuerpo, sin capa dorsal, que ocurre principalmente en alta mar en agua libre de hielo, tiene una distribución circumpolar y al parecer se alimenta principalmente de ballenas minke antártica (*Balaenoptera bonaerensis*). Las pruebas disponibles sobre los patrones de color, tamaño del grupo, el tamaño corporal, el hábitat, distribución geográfica y los hábitos alimentarios, sugiere que el Tipo A es referible a *O. orca*.

2. El Tipo B también tiene un parche post-ocular que es por lo menos dos veces mayor que el parche post-ocular del Tipo A, su orientación es paralelo al eje del cuerpo, además tiene una capa dorsal notoria, habita principalmente en aguas costeras, ocurre regularmente en el ice-pack, se distribuye en todo el continente y es regularmente visto en la Península Antártica. Las focas parecen ser su presa más importante, aunque también se alimentan de la ballena minke y posiblemente de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Según, Pitman & Ensor (2003)[35], este tipo, aparentemente, no ha sido señalado anteriormente de manera específica y, a su entender, no tiene una taxonómica clara (Aunque, en base a lo que actualmente se sabe acerca de la distribución del Tipo B y la colecta/lugares avistamiento de *Orcinus nanus* [Mikhalev et al., 1981][30], existe alguna evidencia circunstancial limitada que sugieren que podrían ser lo mismo.)
3. El Tipo C, tiene un parche post-ocular blanco pequeño e inclinado, una capa dorsal notoria, habita en aguas costeras y vive principalmente en el pack-ice, ocurre principalmente en la Antártida Este, y hasta la fecha se ha registrado sólo en la alimentación de bacalao antártico (*Dissostichus mawsoni*). El Tipo C es la forma más común en el sector del Océano Índico, donde tuvo lugar la mayor parte de la caza soviética de ballenas antárticas durante la temporada 1979-80. Tienen el tamaño promedio de la manada (grupo) más grande que las otras dos formas que comen mamíferos, se sabe que comen pescado por lo que este tipo es probablemente la misma que describe Berzin & Vladimirov (1983)[6], citado por Pitman & Ensor (2003)[35], como *O. glacialis*.

Las formas Tipo B y C, tienen una capa dorsal que es visible en condiciones favorables. La capa tiene dos tonos de color gris y negro, en lugar de blanco y negro, a menudo con un tono amarillo fuerte al parecer debido a una película de diatomeas en el cuerpo. En las dos formas, una capa oscura dorsal gris se pone en marcha contra un campo lateral a medio gris. En el mar, la superficie dorsal de Tipo A el dorso aparece generalmente en negro con una silla de montar pálido. La capa se estrecha en la parte anterior para después ensancharse en la parte media del cuerpo y se hunde junto a la aleta dorsal. Por detrás de la aleta dorsal, la capa barre hacia arriba y confluye con el borde posterior de la silla, de modo que la silla parece derivarse de la capa. La parte inferior de la silla se proyecta hacia adelante como un ahusamiento fino y a veces se extiende hacia adelante como un contorno angosto de la capa.



Three different Antarctic killer whales: Top – Type A; Middle – Type B; Bottom – Type C (as designated by Pitman and Ensor, *J. Cetacean Research and Management*, 5(2):131-139). Illustration not to scale.

Figura 3.17: Ecotipos de orcas en la Antártica de Pitman & Ensor, 2003 .

b.1.2) Ecotipos Subantárticos

Pitman et al., (2011)[36], indican que una cuarta y marcadamente diferente formas de orca fue descrita por Jefferson et al., (2007)[25] para el hemisferio sur; y fue referido como "Tipo D" (Figura 3.18). El rasgo más distintivo del Tipo D es el extremadamente pequeño parche blanco post-ocular. Como en la mayoría de los ecotipos de orcas, el parche post-ocular está orientado paralelo al eje corporal. El Tipo D también tiene una cabeza notablemente bulbosa, hasta el punto de que al menos en algunos individuos la forma de la cabeza parece más similar a una ballena piloto (*Globicephala spp.*) que en los otros tipos de ballenas asesinas (Fig. 3.18c, e, g). La aleta dorsal es también distintiva siendo en estos ejemplares más estrecha, con una punta puntiaguda y por lo general bastante barrida hacia atrás backswept (Fig. 3.18d, f, g). Esto fue especialmente evidente en los machos adultos (por ejemplo, la Figura. 3.18b, h) ninguna de las fotos mostraron la amplia base, la aleta

dorsal triangular y erecta que a menudo se encuentran en los machos adultos de los otros ecotipos. Sin embargo, existe un marcado dimorfismo sexual con respecto a la dorsal aleta tamaño y forma, como en otras formas de ballenas asesinas.

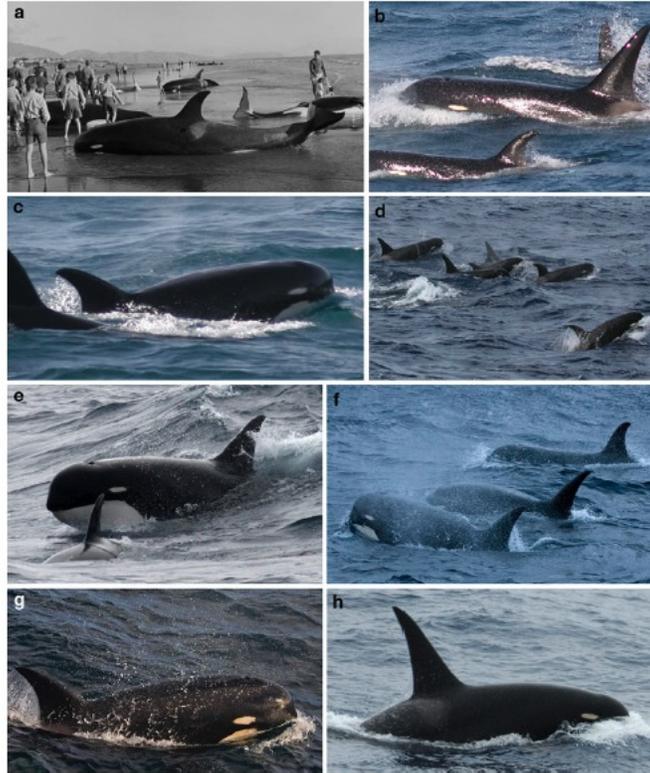


Figura 3.18: Orca Tipo D. Dos fotografías de los siete registros actualmente conocidos de orcas subantárticas (*Orcinus orca*), Tipo D, los números entre paréntesis corresponden a registros individuales números en la Figura 1 y la Tabla 1 de Pitman et al., (2010): (1), a) varada en Paraparaumu, Nueva Zelanda, mayo de 1955, foto cortesía Evening Post Colección, Alexander Turnbull Biblioteca, (2) b-c, Georgias del Sur, fotos M. Greenfelder, (3) d, Atlántico sudoriental, la foto P. Olson, (4) e, isla Crozet, foto P. Tixier, (5) f, Paso Drake , la foto J. Plana, (6) g, Isla Campbell, Nueva Zelanda, foto de M. Jorgensen, (7) h, Paso Drake, la foto A. Scott. Note lo extremadamente pequeño de la mancha blanco ocular, junto con una moderada silla visible, la falta de una capa dorsal visible, y una cabeza bien bulbosa. Fuente: Pitman et al., (2011)[36]

b.2) Tipo de orcas avistadas en torno a los barcos de pesca

La información fotográfica y de video recopilada durante el año 2010, entre junio y diciembre, indica claramente que el tipo de orcas presentes en la pesquería del bacalao de profundidad chilena corresponde al denominado Tipo A de Pitman & Ensor 2003[35]. Estas orcas son las más abundantes y a la vez las que con mayor frecuencia interactúan con la flota pesquera en estas latitudes. En la Figura 3.19, se muestran 4 fotos de estos animales

avistados entre octubre y diciembre del año 2010.

También creemos haber obtenido registros fotográficos del Tipo B, pero aún necesitamos confirmar que se trata de dicho ecotipo. Si se confirma la presencia del ecotipo B, sería algo novedoso y estaría indicando que las orcas que concurren en esta pesquería tendrían una conformación más compleja que la inicialmente supuesta, en el sentido que de acuerdo con los recientes estudios dichos ecotipos parecen constituir especies diferentes.



Figura 3.19: Orcas Tipo A, avistadas en la zona de pesca de la flota bacaladera. Foto A: Lance 62 del Globalpesca I del 16 de octubre de 2010, Lat. $56^{\circ} 58,30'S$ y Lon. $67^{\circ} 31,6'W$. Foto B: Lance 46 del Globalpesca I del 06 de octubre de 2010, Lat. $53^{\circ} 07,4'S$ y Lon. $75^{\circ} 00,4'S$. Foto C: Lance 27 del Globalpesca I del 27 de octubre de 2010, Lat: $54^{\circ}46,1'S$ y Lon: $66^{\circ}01,9'W$ y Foto D: Lance 167 del Globalpesca I del 11 de diciembre de 2010, Lat. $56^{\circ}34,6'S$ y Lon. $69^{\circ}15,5'W$.

3.1.4. Importancia de los factores estacionalidad, caladero, cantidad de mamíferos y de buques en la estimación de la tasa de predación

La tasa de depredación calculada a partir de los restos, si bien no nos proporciona el nivel real que alcanza la predación, si nos indica existencia de un claro patrón estacional, el cual está fuertemente relacionado con la variación mensual del número de mamíferos presentes en el área de pesca. Al contrastar la tasa de predación y el número de orcas a

través de los meses se obtuvo una relación lineal entre ambas variables con una correlación lineal fuerte (Figura 3.20). Las relaciones obtenidas, no son espúreas, pues son las orcas y cachalotes, los mamíferos marinos principales que provocan las pérdidas de la captura por depredación. La relación con el mayor coeficiente de correlación se obtuvo cuando la tasa de depredación se contrastó contra el número de orcas, seguido del total de ambos mamíferos (orcas+cachalotes), tal como se muestra en la Figura 3.20 A y C, lo cual tiene plena coincidencia con otros trabajos y con las apreciaciones de pescadores y observadores científicos a bordo de los buques de pesca.

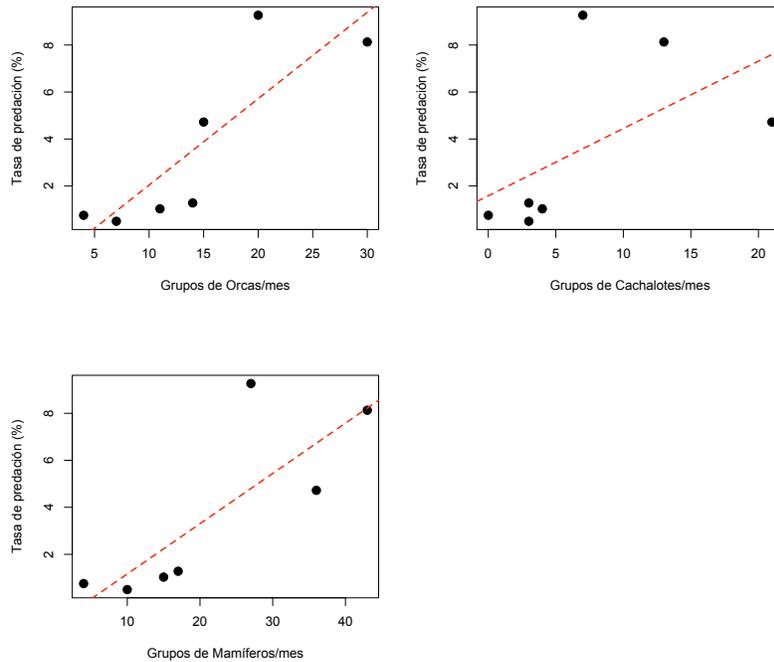


Figura 3.20: Relaciones lineales y correlaciones entre el número de mamíferos (orcas, cachalotes y ambos) presentes el área de pesca al sur de Faro Evangelistas y la tasa de depredación para datos obtenidos desde el BP Globalpesca I, entre junio y diciembre del 2010. A) $R^2 = 0.67$, $F_{statistic} = 13.3$ on 1, $DF=5$, $p_{value} = 0.014$, B) $R^2 = 0.179$, $F_{statistic} = 2.306$ on 1, $DF=5$, $p_{value} = 0.189$, C) $R^2 = 0.59$, $F_{statistic} = 9.645$ on 1, $DF=5$, $p_{value} = 0.02668$

Desde la perspectiva espacial las orcas y cachalotes en Tierra de Fuego se concentran en los lugares de pesca cercanos a Diego Ramírez e Isla Nueva (Figura 3.11). Esta concentración espacial a la vez presenta una variación temporal, aumentando la cantidad de orcas y cachalotes hacia septiembre y octubre. Dado que la correlación entre el número de mamíferos (orcas y cachalotes) y la tasa de depredación es positiva, entonces también es esperable que estos caladeros o lugares de pesca presenten espacialmente los mayores niveles de depredación. Los caladeros del extremo austral, Diego Ramírez e Isla Nueva,

concentran simultáneamente: 1) los mejores rendimientos de pesca y 2) las mayores remociones de captura por parte de los mamíferos. Esto es coincidente con lo señalado por Hucke et al.,(2004)[22], Purves et al., (2004)[38] y Brown et al.,(2010)[9], quienes indican que los cachalotes se concentran en aquellos lugares con mayores CPUE, de manera que la relación espacio/temporal entre estos mamíferos y la pesquería existe.

3.2. Objetivo 2. Análisis de la mortalidad incidental de albatros errante producto de las operaciones de pesca de la flota chilena

3.2.1. Observación y documentación de las prácticas de pesca.

Las prácticas de pesca observadas fueron aquellas relacionadas con vertido de by-catch, restos de peces que contienen trozos de reinales con anzuelos al mar y que pudieran tener relación directa con la ingestión de dichos elementos por parte de las aves y en especial por los albatros errantes que merodean los buques de pesca. Las práctica de pesca que se observaron fueron:

1. Práctica A: Eliminación de by-catch o carnadas sin anzuelos y sin reinal durante el virado.
2. Práctica B: Eliminación de by-catch o carnada con anzuelos y con reinales al momento del izado.
3. Práctica C: Eliminación de by-catch con anzuelos y reinal al final del virado.
4. Práctica D: Eliminación de desechos con anzuelos y reinal al final del virado.

Estos datos sólo fueron registrados en la marea 3 del Globalpesca I, donde se monitorearon 64 de los 178 lances ejecutados. En las otras dos mareas el observador encargado (R. del Río) no realizó tales observaciones y sólo en su informe dejó registrado algunos comentarios relacionados con estas prácticas de pesca.

A pesar que en el Globalpesca I no existe una política explícita que incite a no realizar estas prácticas de pesca, podemos decir que en general estas no se realizaron. La Tabla 3.8 nos indica que durante la marea 3 del Globalpesca I no hubo prácticas de pesca nocivas, en el vertido de by-catch y restos, que puedan tener efectos negativos para la sobrevivencia de los albatros errantes o albatros reales.

En la marea 1 de la temporada 2011, realizada entre enero y mayo del 2011, el observador señala en su informe que existe fauna acompañante, principalmente granaderos, que son vertidos al mar con anzuelos y trozos de reinal. También que restos de Bacalao, anzuelos y reinales por separados son vertidos al mar, lo cual constituye una mala práctica de pesca, que podría ser mejorada si existiese la voluntad o la necesidad, ya que en Georgia del Sur y Malvinas lo hacen.

Tabla 3.8: Número de lances en que ocurrió la práctica A (Eliminación de by-catch o carnadas sin anzuelos y sin reinal durante el virado), B (Eliminación de by-catch o carnada con anzuelos y con reinales al momento del izado), C (Eliminación de by-catch con anzuelos y reinal al final del virado), D (Eliminación de desechos con anzuelos y reinal al final del virado) durante el virado, en la marea 3 del Globalpesca I, realizada entre septiembre y diciembre del 2010.

Práctica	Sep	Oct	Nov	Dic
A	44	60	94	35
B	0	0	0	0
C	0	0	3	0
D	1	0	5	3

La experiencia acumulada en este corto tiempo nos indica que las buenas o malas prácticas de pesca, incluidas las aquí analizadas, tienen mucha relación con el barco y su tripulación, y también con el grado de exigencia de trabajo a bordo. En general mareas en las cuales los niveles de exigencias de trabajo son altos las malas prácticas de pesca ocurren, dado que no hay cuidado de sacar anzuelos y reinales desde la fauna acompañante y restos que son eliminados al mar.

3.2.2. Abundancia de albatros errantes en las operaciones de pesca

La mayor dificultad surgida en la medición de la abundancia de albatros errantes en torno a las unidades de pesca fue la dificultad de identificación entre el albatros errante y el albatros real del sur (*Diomedea epomophora*). El albatros errante (*Diomedea exulans*, Linné, 1758) y los albatros reales, son fáciles de confundir a ojos no adiestrados, debido a que son muy parecidos en apariencia y tamaño (Figura 3.21), más aún si estos se encuentran a una distancia sobre los 20 m. En tiempos pasados, se creía que eran una sola especie. Una de las características que determina la diferencia entre ambas especies es que a corta distancia se le nota una línea negra en el borde de la maxila, también los orificios nasales del Albatros real van dirigidos hacia adelante, y los del Albatros errante suavemente hacia arriba; pero esta diferencia se puede ver solo comparando aves capturadas. Otra característica, el Albatros Real durante el vuelo dobla un poco el extremo del ala hacia atrás mientras que el Albatros errante la mantiene recta. A juicio de un observador podría ser que existiera un 50% de ambas especies en el área de pesca. Pese de lo anterior las mediciones fueron hechas y los resultados se muestran a continuación.

Los datos analizados corresponden a observaciones realizadas en 297 lances de los 416 realizados en los tres embarques, entre junio y diciembre de 2010, y que corresponden a un 71,4% del total. Desde el punto de vista temporal, los datos muestran un claro aumento del número de estas aves entorno a los buques de pesca desde junio a diciembre (Figura 3.22) que coincide con el período de cría de estas aves y en la cual se produciría una mayor interacción con las pesquerías de palangre de Bacalao de profundidad.



Figura 3.21: Albatros errante y Albatros real, a la izquierda y derecha, respectivamente.

La literatura indica que los albatros errantes de las Islas Georgia del Sur se concentran en la zona norte de la cuenca y el talud atlántico de América (en los alrededores de la convergencia subtropical y frente al río de la plata), y en el talud sur, particularmente al este de la Isla de los Estados, a alimentarse durante el período de cría. También se menciona que la mayoría de los datos de GPS más recientes indican que durante la incubación (diciembre a febrero), las hembras además viajan a través del Paso de Drake hasta 78°W , momento en el cual probablemente interactúan con la flota bacaladera chilena. Durante el período de cría, mayo a diciembre, las diferencias en las áreas de alimentación entre sexos son más claras. Los machos se alimentan principalmente en la plataforma de Georgia del Sur y las hembras utilizan estos ambientes, en menor medida, siendo sus lugares de alimentación de forma rutinaria las aguas oceánicas de 51° - 56°S . De vez en cuando, machos y hembras se han registrado viajando a las aguas de Islas Malvinas / Banco Burdwood (Croxall et al., 1999[13]; Prince et al., 1998[39]). Durante la incubación, los machos consumen grandes cantidades de Bacalao de profundidad presumiblemente obtenidos como descartes de los buques de pesca, mientras que las hembras se alimentan de una mayor diversidad de peces y calamares.

Desde el punto de vista espacial los albatros errantes/real estuvieron presentes en todo el rango cubierto por las operaciones de pesca. Sin embargo, la mayor cantidad de estas aves fueron observadas en los caladeros más australes de la pesquería, específicamente aquellos cercanos al Cabo de Hornos e Isla Nueva, donde también se concentran las actividades de pesca de la flota bacaladera (Figura 3.23). Esta apreciación también la resaltó el observador Rodrigo del Río, al indicar en su informe: "*El Globalpesca I comenzó pescando en el norte y a medida que nos fuimos moviendo hacia el sur, el número de albatros fue aumentando*".

3.2.3. Comportamiento de los albatros errantes en relación con el vertido de by-catch

Las siguientes actividades de los albatros errantes fueron registradas en tres ocasiones durante el lance: 1) PS: posado en la superficie, 2) V: Volando, 3) CP: Compitiendo por by-catch o carnadas desechadas con anzuelos o reinal, 4) TD: Tomando desechos que

contienen restos de peces con anzuelos y reinal , y 5) TP: Tomando peces o carnadas desechadas con anzuelos y reinal. De estas 5 actividades monitoreadas, fueron las aves posadas en la superficie (PS) y las aves volando (VO) las que se presentaron con mayor frecuencia. Aves tomando restos de peces y desechos, fueron poco frecuentes (Figura 3.24). La mayoría de las aves que pelean o disputan los restos con mayor frecuencia son los albatros de ceja negra y petreles gigantes(del norte y del sur).

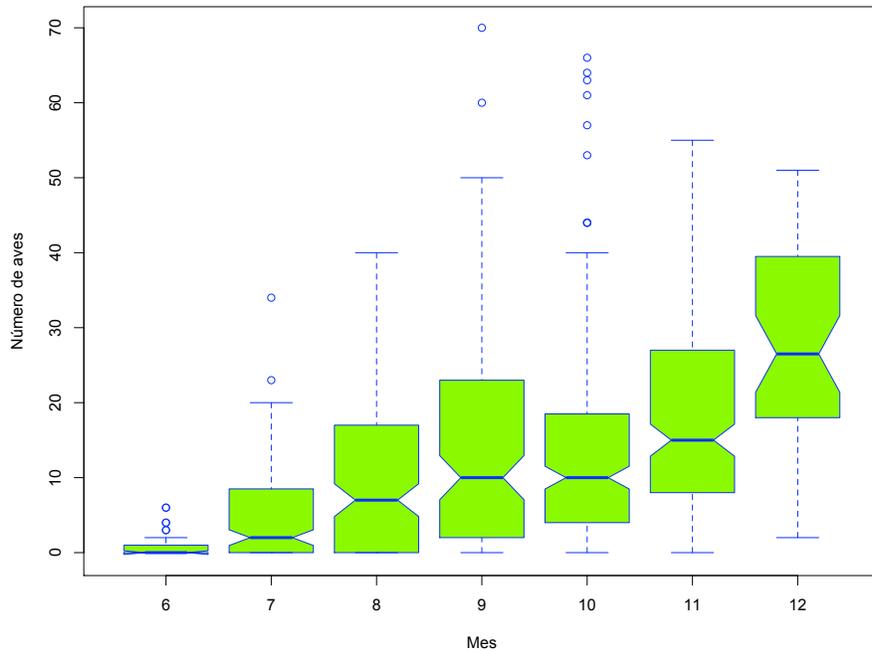


Figura 3.22: Variación de la abundancia mensual de Albatros errante/real en torno a los buques de pesca, entre junio y diciembre del 2010, desde el Estrecho de Magallanes al extremo sur de la ZEE. El número de lances observados por mes fue: jun=14, Jul=56, Ago=51, Sep=43, Oct=77, Nov=66 y Dic=15 y en cada lance hubo 3 observaciones.

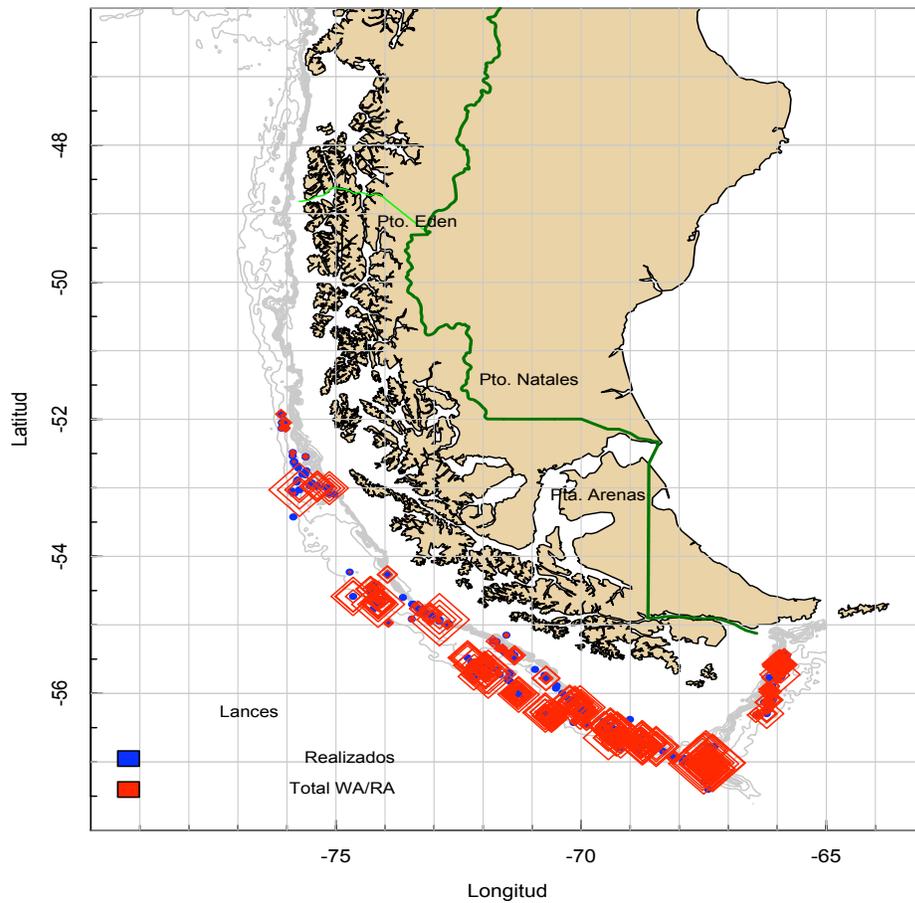


Figura 3.23: Gráfica con la variación espacial de la abundancia mensual de Albatros errante/real en torno a los buques de pesca, entre junio a diciembre del 2010, desde el Estrecho de Magallanes al extremo sur de la ZEE. El número de lances observados por mes fue: jun=14, Jul=56, Ago=51, Sep=43, Oct=77, Nov=66 y Dic=15 y en cada lance hubo 3 observaciones o conteos. Los datos graficados están a nivel del lance y el tamaño del símbolo representa la abundancia observada en cada conteo.

En general se observa que los albatros errantes/real se mantienen dentro de la estela de aves que se forma al costado del buque donde se vierten los desechos, pero a diferencia de las otras aves estos se mantienen más alejados del buque y sólo a veces se acercan al lugar donde caen los restos. No obstante ellos son tremendamente competitivos en lograr apoderarse de trozos de peces y by-catch.

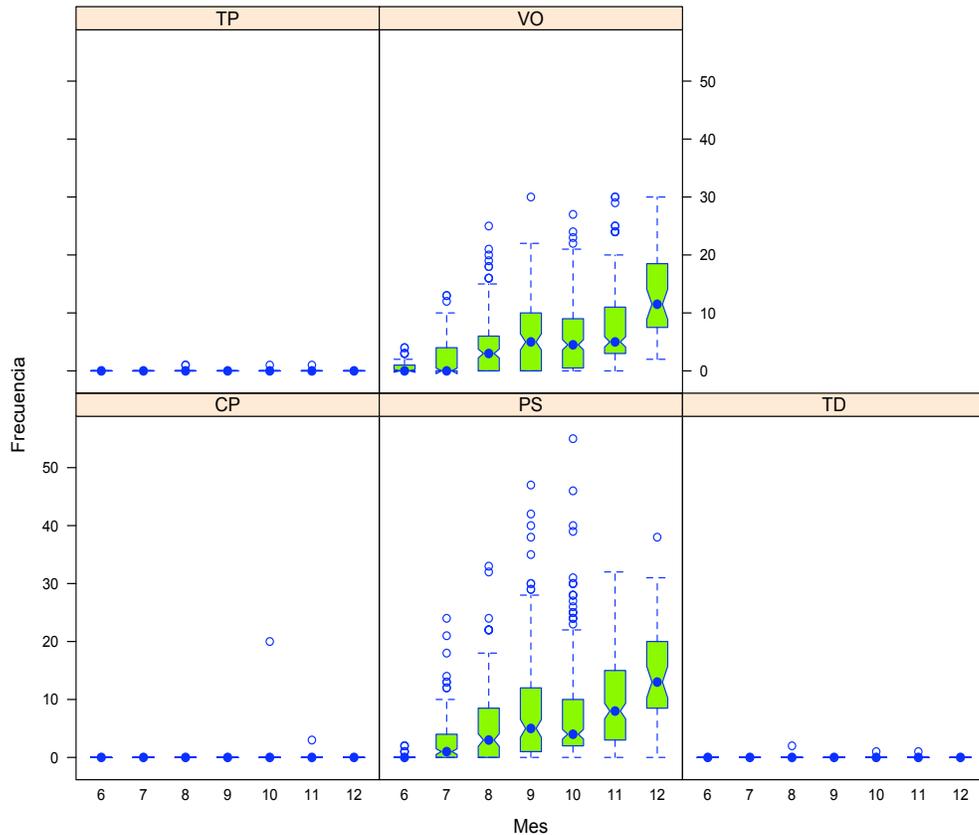


Figura 3.24: Variación mensual de las actividades de los Albatros errante/real en torno a los buques, entre junio y diciembre del 2010, desde el Estrecho de Magallanes al extremo sur de la ZEE, donde las leyendas significan, PS: posado en la superficie, 2) V=: Volando, 3) CP: Competiendo por by-catch o carnadas desechadas con anzuelos o reinal, 4) TD: Tomando desechos que contienen restos de peces con anzuelos y reinal, y 5) TP: Tomando peces o carnadas desechadas con anzuelos y reinal. El número de lances observados por mes fue: jun=14, Jul=56, Ago=51, Sep=43, Oct=77, Nov=66 y Dic=15 y en cada lance hubo 3 observaciones.

3.2.4. Medidas de mitigación adoptadas en la flota bacaladera chilena en relación con el vertido de bay catch y sus efectos en las aves.

Parte de flota chilena bacaladera de manera proactiva ha tomado acciones importantes en relación con el vertido de restos y bay-cath que contengan trozos de aparejos de pesca y anzuelos al mar. Lamentablemente, esta no es una iniciativa generalizada. Pesca Chile S.A y Antarctic Sea Fisheries S.A, nos indicaron que ellos han optado por incentivar la recolección de anzuelos usados durante las operaciones de pesca, de manera que estos sean retirados desde la fauna acompañantes y desde los restos. Durante esta pesca de investigación nosotros hemos comprobado esta afirmación. Es así como el observador a bordo del

Antarctic Bay, en la marea realizada entre septiembre y noviembre del 2010 señala en su informe que a bordo existen carteles incitando a realizar esta práctica. En este caso particular los anzuelos son recolectados y almacenados, para que una vez en tierra se vuelvan a empatar y luego ser re-utilizados en otras operaciones de pesca.

A bordo del Globalpesca I, no encontramos una disposición o incentivo que motive a los tripulantes a operar de manera adecuada en el tratamiento del by-catch y restos. El observador que realizó la marea de junio a septiembre, señala en su informe que no hay ninguna indicación o cartel relacionado con evitar tirar al mar fauna acompañante y restos de peces con anzuelos y reinal. Sin embargo, tal como ya se indicó anteriormente en las mareas realizadas hubo un desempeño aceptable y que tiene que ver con la presencia del observador a bordo. Los observadores perciben que es posible alcanzar buenos niveles de desempeño a bordo con una campaña adecuada. En el caso de Pesca Cisne, nada podemos decir, ya que ha sido la única empresa en que no hemos podido embarcar observadores.

La presencia de observadores, generalmente gatilla un comportamiento cuidadoso y suspicaz a bordo, principalmente si el observador es ajeno al programa de seguimiento permanente y si a la vez pone mucha atención en el proceso de pesca. En nuestra pesquería no existe la costumbre que los observadores se preocupen mucho por estos aspectos. La experiencia recogida nos indica que es posible de mejorar las prácticas de pesca y es motivante también las iniciativas adoptadas por algunas empresas en ese sentido. Es necesario que se de un proceso de aprendizaje para mejorar de actitud y disposición de tripulantes, oficiales y patronos de pesca de cada buque.

Sin embargo el año 2007 fue creado el PAN-AM/Chile² con la finalidad armonizar las medidas de conservación en sus pesquerías con los estándares acordados en las convenciones (CCAMLR y ACAP³). Este plan también indica que entre sus objetivos (objetivo específico 5.4) está el *Mejorar la efeciciencia en el aprovechamiento y manejo de los desechos de la pesca y fauna acompañante a través de mejoras en las prácticas de pesca. Este objetivo específicamente busca (i) reducir la disponibilidad de alimento hacia las aves, disminuyendo la atracción de la embarcación para las aves; (ii) disminuir el impacto sobre el ecosistema donde ocurren las operaciones de pesca, acorde a las exigencias internacionales adoptadas en el Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO).*

Como podemos apreciar, lo que hoy estamos comentado y analizando en dicho documento estaba contemplado su alcance, al igual que su aplicación, que en sus primeros pasos fue llevada a cabo por los científicos creadores, posteriormente fue entregada a los estamentos públicos (Subsecretaría de Pesca, Sernapesca, Ministerio de Relaciones Exteriores) donde el plan muere. Es así como hoy no vemos por parte de ellos una preocupación por su aplicación.

En definitiva con o sin PAN/AM, es deseable un cambio de actitud en investigadores, en

²PAN-AM/: Plan de Acción Nacional para prevenir la mortalidad de aves en las pesquerías de palangre.

³ACAP:Acuerdo sobre la conservación de Albatros y Petreles.

los encargados de la gestión y pescadores. Se debiera generar un programa de educación orientado a mejorar las prácticas de pesca en la pesquería colocando incentivos atractivos. Por ej. se debería premiar a aquellos que alcancen un desempeño mejor o el desempeño deseado. Phillips et al.,(2010)[34] , señala que una forma de evitar tirar by-catch y desperdicios de peces sería permitiendo o estableciendo que estos puedan ser desembarcados. En el caso del by-catch hoy al menos se están aprovechando en alguna proporción los granaderos, lo cual es bueno. En caso de los desechos, algunos barcos han traído estos restos, principalmente cabezas, para que sirvan como carnada a la flota centollera artesanal; sin embargo, se han producido problemas con el control de SERNAPESCA, lo cual desmotivó esta práctica.

3.2.5. Posibles efectos sobre la población de albatros errantes de Georgia del Sur.

No tenemos hasta el momento claro los efectos de la flota chilena sobre la mortalidad de los Albatros errantes de la Isla Bird, dado que en nuestra pesquería concurren no sólo albatros errantes, sino también albatros reales del sur como lo hemos podido comprobar en nuestras observaciones, y también con alguna probabilidad albatros real del norte, de los cuales también se ha reportado distribución en estas latitudes. Por otro lado, dado el uso creciente por no decir masivo de la cachalotera en otras pesquerías y la poca sobreposición que tiene nuestra pesquería con las áreas de forrajeo de los albatros errantes de Georgia del sur, durante la época de crianza, hacen presumir que la participación de la flota chilena en la mortalidad de dichas aves no sea la que se le atribuye. En todo caso, la solución pasa simplemente por tener realmente buenas prácticas de pesca, y en este sentido es meritorio la iniciativa llevada adelante por Pesca Chile SA y Antarctic Sea Fisheries SA.

3.3. Objetivo 3. Marcaje: Análisis de la factibilidad de marcado a bordo de la flota Bacaladera chilena.

3.3.1. Experiencia piloto

En la experiencia piloto se marcaron, usando ambas técnicas, un total de 85 ejemplares en un rango de tamaños entre los 57 y 90 cm de LT, en los principales lugares de pesca, al sur del Estrecho de Magallanes, donde opera la flota bacaladera nacional (Figura 3.25). De ellos, 21 de los ejemplares marcados fueron tratados con la técnica de marcado en seco, 58 con la técnica en agua, y 6 ejemplares con la técnica mixta.

Técnica de marcado

1. Marcado en agua.

En la realización de esta modalidad de marcado se usó un Bins de 800 litros, con agua de mar en circulación abierta en el parque de pesca. Además se contó con una camilla con graduación y una balanza tipo reloj de 50 kg, que permitió medir y pesar el pez,

respectivamente. Los ejemplares seleccionados, menores a 80 cm, se colocaron en el bins. Luego se realizó una práctica de reanimación.

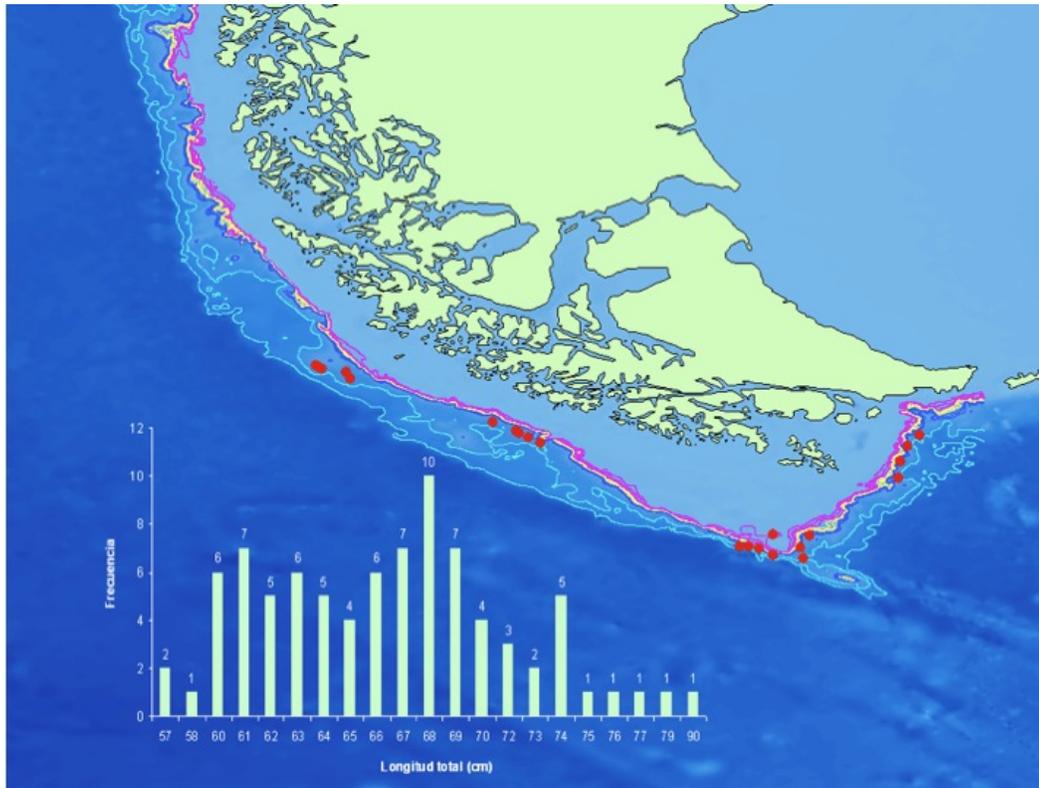


Figura 3.25: Estructura de tamaños de los peces marcados en la experiencia piloto de marcado realizada entre el 19 de enero y 03 de mayo del 2010. Los puntos rojos indican la posición en la cual se realizó el marcado y liberación de los peces.

La condición del pez en el bins se evaluó de manera apreciativa por medio de una observación de un tiempo no superior a la duración al virado del lance, en la cual el parámetro principal fue su actividad de nado y respiración. En los ejemplares que mostraron una clara animación y buena condición natatoria fue medida su longitud, su peso, su posición geográfica de captura, y se marcaron siguiendo la forma de marcado recomendada por la CCRVMA y luego fueron liberados.

2. Marcado en seco.

Esta técnica consistió básicamente en tomar el pez capturado desde la “tina” de factoría que es el lugar donde cae el pescado desde el “carro” luego de ser virado y retirado de la cachalotera y del ramal de anzuelos. El ejemplar seleccionado al momento de caer a la tina se tomó rápidamente, se colocó en la camilla donde se midió su longitud, peso y la posición geográfica de la captura, siendo luego liberados.

Técnicas de liberación

Tres modalidades de liberación fueron ensayadas : liberación en la camilla por la banda, liberación por mano por la banda y liberación por el tubo de desechos de factoría que sale por el imbornal de babor del buque.

1. Liberación en la camilla por la banda.

Esta modalidad consistió en que luego de tomar los datos de longitud, peso y colocarle las marcas es transportado en la misma camilla al sector de la maquinilla, en la banda de estribor donde se vira el material, y se colocó la camilla cerca del agua y se soltó uno de los tirantes de la camilla. De esta forma se puede apreciar su proceso natatorio y de hundimiento del pez. Uno de los problemas de esta técnica es que la camilla y sus tirantes pueden ocasionar enredos con la maniobra de pesca (barandillos, cachaloterías, anzuelos) y ser factor de accidentes.

2. Liberación por mano en la banda.

Esta modalidad a diferencia de la anterior el ejemplar es llevado por mano al mismo sector de liberación, la diferencia fundamental es que se libera en un ángulo que permite que el pez tenga una inmersión más rápida, pero generalmente no permite tener una visualización prolongada del hundimiento del pez.

3. Liberación por tubo de desechos de factoría.

Esta modalidad a diferencia de las anteriores el ejemplar marcado se depositó en el tubo de desechos de factoría en el cual hay un flujo continuo de agua de mar y llega a un trancanil con brazola para luego caer por el imbornal que está a unos 60 cm de la línea de flotación. Los problemas con esta técnica es que hay que verificar que el flujo del agua del tubo sea suficiente y que no existan desechos que impidan la salida o la demora de la salida del pez por el imbornal. El otro inconveniente es que en este sector hay grandes cantidades de aves acechando los restos para comérselos, pudiendo entonces el pez correr la misma suerte, además no existe la posibilidad de observar destino del pez en el proceso de liberación.

Comentarios y evaluación

Frente a las diferentes técnicas o procesos de marcaje y liberación ensayados nos parece que la mejor forma de realizar este proceso es con la técnica de marcado en agua, para lo cual se debería usar un bin con tapa, y la camilla para medir la longitud y el peso. La liberación debería hacerse por mano y por la banda de estribor al término del virado de cachaloterías, cuando se esta virando la cala u orinque para no estorbar en la maniobra de pesca o virado. Desde la captura del pez hasta su liberación deben adoptarse las medidas de manipulación indicada en los protocolos del marcado. Otra cosa importante es la confección de un protocolo, guía o instructivo para la manipulación de la pistola de marcado. Los siguientes pasos deberían ser considerados en la siguientes secuencia: 1) cargar la pistola

con las marcas, 2) sacar la protección de la aguja, 3) introducir la aguja bajo y ligeramente al lado de la primera aleta dorsal, 4) gatillar, 5) soltar el gatillo, 6) retirar la pistola y 7) cubrir la aguja con su protección.

3.3.2. Dimensionamiento de equipos, costos y personal

Los equipos usados en el el marcaje se indican en la Tabla 3.9. Lo más honeroso es el Kit de marcado el cual debe adquirirse en el extranjero, en este caso particular en la CCAMLR en Australia. El kit cuenta con los siguientes elementos: 1) una caja impermeable con espacio para guardar las marcas, pistolas y agujas de repuesto; 2) dos recipientes de plástico para guardar los cargadores dañados o cargados a medias, agujas de repuesto, etc.; 3) sobres para colocar las marcas recuperadas, 4) un bolígrafo con el logo de la CCRVMA, un lápiz de mina, y una goma de borrar y, 5) dos bolsas de plástico.

Dentro de los equipos de marcaje se contempla además: 1) un bins de 800 Lts con tapa, para reanimar y mantener al pez en buenas condiciones físicas y de movilidad antes de su marcado y liberación, 2) una camilla para medir y pesar el pez y que también se puede usar para liberarlo al mar, 3) una balanza reloj de 50 Kg , 4) guantes quirúrgicos para la manipulación y 5) un set de paños negros para proteger los ojos de los peces de la luz.

Tabla 3.9: Costos del equipamiento para el marcaje. Nota: Estos costos son aproximados pues estan sujetos a la variación del mercado.

Cantidad	Item	Valor	Valor Pesos
1	Kit de marcaje	1100 AUS\$	550.000
1	Bins		70.000
1	Camilla de medición		30.000
1	Pesa colgar 50 kg		30.000
1	Guantes quirurgicos		4.000
1	Paño negro		4.000
Total			724.000

A los costos anteriores, hay que sumar lo indicado en la Tabla 3.10, es decir,: 1) los costos de equipos propios del observador , 2) los costos de traslado (pasaje aéreo y terrestres), 3) alojamiento y alimentación por 4 días en Pta. Arenas; 4) los materiales para realizar su trabajo (materiales de escritorio, formulario de marcado , etc.) y 5) el pago de honorarios correspondientes.

Tabla 3.10: Costos del equipamiento del observador, movilización, alojamiento y honorarios del observador encargado del marcaje a bordo. Nota: Estos costos son aproximados pues están sujetos a la variación del mercado.

Cantidad	Item	Valor Pesos	
1 set	Equipamiento observador	180.000	
1 ticket avion	Traslado	280.000	
4 días	Alojamiento y alimentación	260.000	
1 set	Materiales fungibles	60.000	
1	Honorarios	777.778	Bruto mensual

3.4. Objetivo 4. Estudiar el ciclo vital y estructura poblacional del bacalao de profundidad de la pesquería chilena mediante marcadores químicos en otolitos.

Otolitos colectados en la PIBAC 2010

Al momento del presente informe y faltando contabilizar un embarque se han recopilado 965 pares de otolitos especiales, es decir libres de contacto con metal, los cuales cubren desde junio a noviembre del 2010 y el área comprendida entre Faro Evangelistas e Isla Nueva (Tabla 3.11). La mayor parte de los otolitos fueron recopilados en la mareas 1 y 2, en cambio en la marea 3 a bordo del BP Antarctic Bay la recolección de otolitos se vio disminuída porque ellos trabajan los peces enteros, es decir no cortan las cabezas.

Tabla 3.11: Número de otolitos normales y especiales (sin contacto de metal) colectados entre junio y noviembre del 2010, en el marco de la Pesca de Investigación Bacalao 2010.

Otolito	Marea 1	Marea 2	Marea 3	Total
Normales	392	2015	0	2407
Especiales	526	413	26	965
Total	918	2428	26	3372

Las muestras colectadas están almacenadas y guardadas en el Centro de Estudios Pesqueros, junto con las muestras de la misma naturaleza colectada durante la PIBAC 2009. Dicho material está a la espera de ser analizadas, para lo cual se prevee la realización de un proyecto especial. Una submuestra 34 pares de otolitos especiales (20 machos y 14 hembras), fueron proporcionados a la UDEC, para complementar las muestras de otolitos (706 pares de otolitos con un 50 % de machos y 50 % de hembras) especialmente colectados para ellos.

No obstante lo anterior, la UDEC está analizando una submuestra de 99 pares de otolitos orientados al estudio del origen natal de los Bacalaos de profundidad en Chile, cuyos resultados serán entregados en el informe que ellos entregarán.

3.5. Objetivo 5. Análisis reproductivo del bacalao de profundidad al sur de los 53°S.

CEPES con la finalidad de apoyar y complementar el análisis de las gónadas colectadas en junio-agosto del 2009 y primer semestre del 2010, ambas colectas enmarcadas en la Pesca de Investigación Bacalao 2009, se propuso realizar una nueva colecta de material gonádico que permita seguir el proceso reproductivo del bacalao en el extremo austral de Chile, durante un ciclo anual. Entre junio y diciembre de 2010 se colectaron un total de 521 muestras de gónadas, provenientes de la principal área de la pesquería industrial, específicamente del área entre Faro Evangelistas e Isla Nueva, de las cuales 458 fueron fijadas en alcohol y 63 congeladas, tal como se detalló en la Tabla 2.1 de la sección materiales y métodos. Los resultados y conclusiones de los análisis en extenso de este material, encargado al prof. Fernando Balbontín de la Universidad de Valparaíso, se entrega en el Anexo1, adjunto. No obstante a continuación presentamos.

Se usaron en los análisis reproductivos un total de 957 gónadas de hembras, colectadas entre el 24 de enero y el 5 de diciembre de 2010, desde la zona comprendida entre los 55°46' S y 68°32' W hasta los 57°54' S y 67°29' W. El área cubierta corresponde al sector de Tierra del Fuego donde se concentran los principales caladeros donde opera la flota industrial bacacalera y también es el sector más austral dentro de la ZEE chilena. Por otro lado las muestras colectadas cubrieron un amplio rango de tamaños de esta especie (58 a 225 cm de longitud total), lo cual es muy relevante para este tipo de estudios.

El análisis de la frecuencia mensual de los estadios de madurez indica una clara progresión y dominancia de los estadios de madurez a través de los meses (Figura 3.26). Es así como entre enero y mayo predomina el estadio de madurez 3 (en maduración) con porcentajes entre el 50 y 65%. Desde junio a agosto, ya se observan el inicio del desove, alcanzando el desove su máxima expresión en septiembre, en la cual se observó un 6% de hembras maduras y un 49% de peces desovadas. En octubre las hembras maduras alcanzó un 1% y las desovadas un 55%, indicando a esta altura del año probablemente se encuentra el término del desove, ya que hacia noviembre y diciembre hay un predominio de hembras desovadas.

El índice gonadosomático presentó una clara evolución durante el año. Desde julio se observa un claro aumento, alcanzando su máximo en agosto y un brusco descenso en septiembre (Figura 3.27). Esto es coincidente con la dominancia de los estados de madurez avanzada, y tal como lo indica el reporte del prof. Balbontin (Anexo 2) son los estados 3 y 4 los que más aportan al aumento del IGS. Según este indicador el desove durante el 2010 se inició en julio terminó en octubre, coincidiendo su inicio con lo indicado por Kock & Kellerman (1991)[26] ; Agnew et al.(1999)[2], Laptikhovsky et al.(2006)[27] y Arana (2009)[3] .

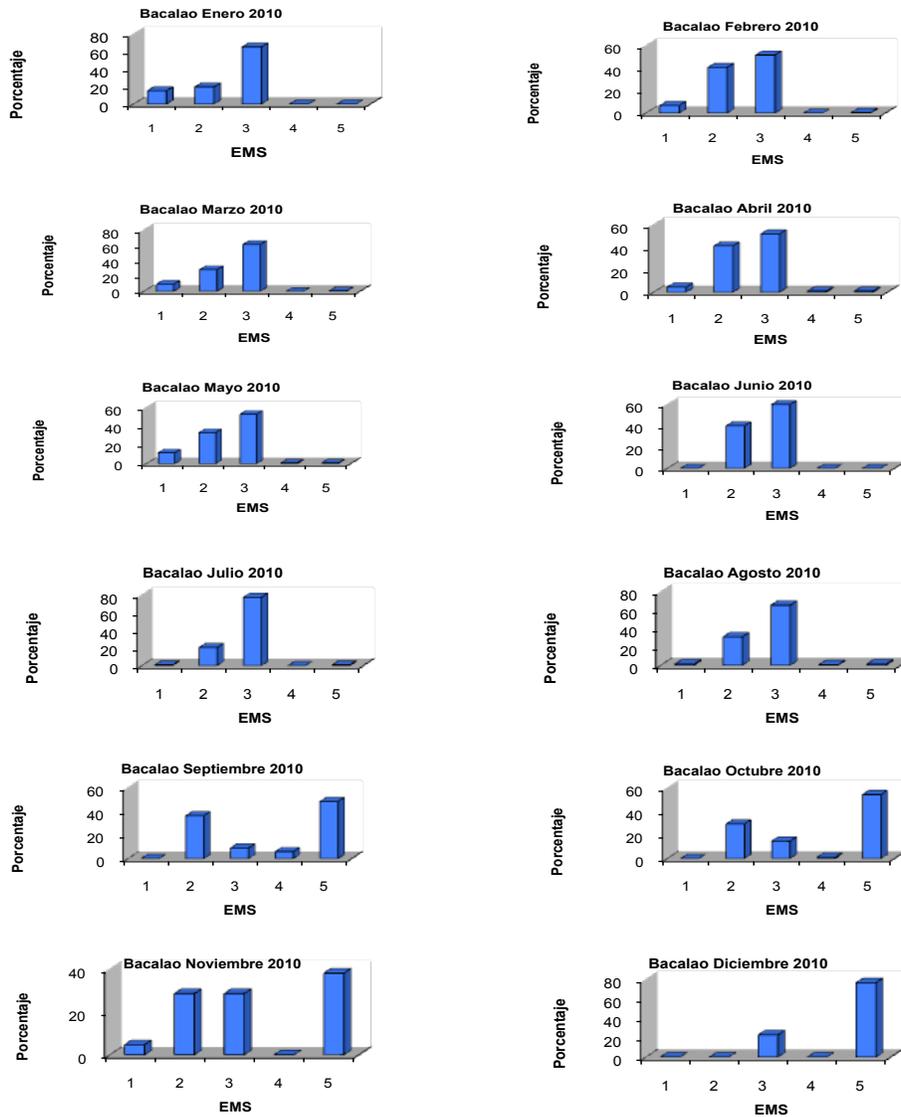


Figura 3.26: Distribución de frecuencia de los estados de madurez gonadal del bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides*, enero a diciembre 2010. Fuente Anexo 2

Los antecedentes encontrados en esta PI, en especial hembras desovadas entre septiembre y diciembre, indican que el bacalao efectivamente se reproduce en el extremo austral de Chile, en especial al sur de los 55°S.

La talla media de madurez en el bacalao de profundidad, utilizando el total de muestras del año (n=595), alcanzó los 89,9 cm de LT, que es muy cercana a la estimada por Arana (2009)[3], y muy distinta a la usada en las evaluaciones de stock. Nuestros análisis indican que la talla de madurez puede variar, dependiendo del periodo en que provienen las muestras y del lugar. En este estudio la hembra más pequeña madura encontrada fue de 72 cm, observándose también hembras sobre los 100 cm inmaduras, lo cual parece indicar que no todos los peces desovan cada temporada, aspecto ya reportado en otros nototénidos, donde la proporción de maduros en las tallas mayores no alcanza el 100% (Kock & Kellerman (1991)[26]; Everson & Murray, 1999[15]).

Respecto de la fecundidad los resultados indican que los peces de Chile son comparables con los peces del Banco Burwood. También en aguas chilenas se han encontrado hembras de gran tamaño que sobrepasan el millón de ovocitos, lo cual no ha sido reportado en otros lugares de la patagonia.

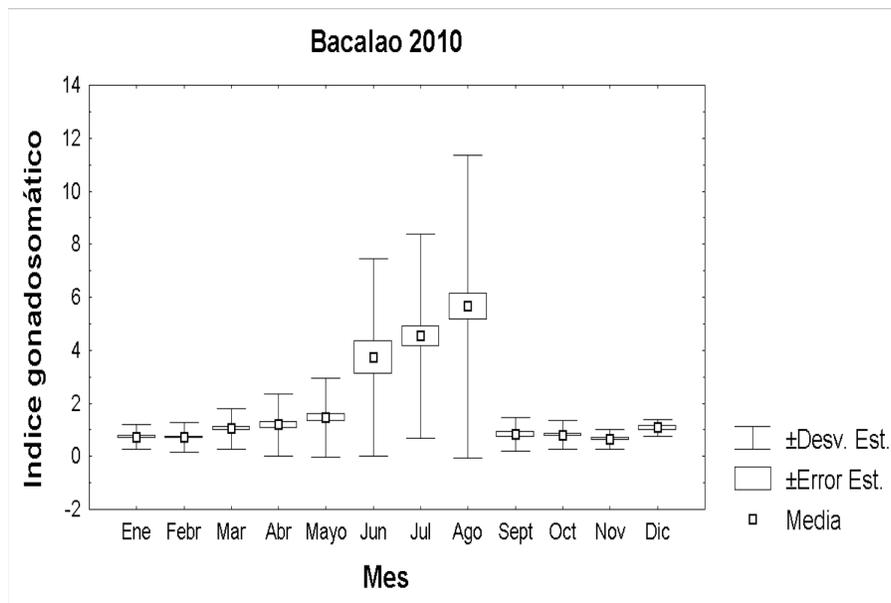


Figura 3.27: Variación mensual del índice gonadosomático en el bacalao de profundidad durante el año 2010. Fuente Anexo 2

Capítulo 4

Discusión

Los aspectos administrativos suscitados en esta pesca de investigación, relacionadas con autorización y la asignación de la cuota de investigación, no pueden ser pasados por alto al momento de la entrega de resultados e informes. Habiendo CEPES y la UDEC presentado solicitudes de pesca de investigación independientes, SUBPESCA no resolvió por una u otra, solicitando que ambas investigaciones se fundieran en una sola, debiendo para ello, rehacer y concordar los objetivos de investigación y también financiamiento. La tarea fue engorrosa y dificultó el buen desarrollo de los objetivos de investigación planteados, produciéndose atrasos en la toma de muestras e informes, e incertidumbre en los investigadores. En definitiva es recomendable que se implemente un procedimiento de asignación que tome en cuenta las necesidades de investigación de la pesquería, la historia misma de las instituciones e investigadores con la pesquería, entre otras cosas.

Desde al año 2006, las pescas de investigación y el Programa de Investigación Colaborativa (PIC¹) han sido los únicos medios que han permitido realizar investigaciones pesqueras y biológicas en el bacalao de profundidad, ya que el FIP desde dicho año no ha financiado investigación alguna, a pesar de las importantes necesidades que existen en esta pesquería (Zuleta & Rubilar, 2011)[53]. Es probable que en el futuro inmediato, a menos que ocurra un cambio importante en la asignación de los recursos para investigación pesquera, esta sea la única forma de hacer investigación en esta pesquería. Los aportes hechos bajo esta modalidad han sido importantes y destacan el Programa de Seguimiento Complementario que ha permitido abordar aspectos no considerados en el programa del estado, el análisis y cálculo de la tasa de predación, los importantes aportes al proceso reproductivo de esta especie en el sur de Chile, entre otros, los cuales han sido importantes para la gestión de la pesquería (Zuleta & Rubilar, 2011)[53]

En las actividades de campo, relacionadas con la observación pesquera, toma de muestras y de datos, se vió dificultada por la imposibilidad de usar formalina a bordo de los buques para la fijación de tejido gonádico. Esto ha limitado los análisis de tipo reproductivo, con

¹Es un programa acordado entre los Operadores del bacalao (OBAC) y la Subsecretaría de Pesca, el 05 de diciembre del 2007, cuya finalidad es la de concretar las necesidades de investigación para la pesquería con la participación activa de la industria, haciendo uso de las cuotas de investigación reservadas para tal efecto.

mayores repercusiones en el primer objetivo de investigación planteado por la UDEC en relación con la fecundidad, cuya principal exigencia radicaba en que las gónadas fuesen fijadas en formol. A raíz de lo anterior, se optó en el caso de CEPES coleccionar muestras de gónadas fijadas en alcohol y en el caso de la UDEC por muestras congeladas para el estudio de fecundidad, cuyos resultados están por verse. Fuera de lo anterior, la colecta de datos, muestras y observaciones relacionadas con los objetivos de investigación, fueron llevadas a cabo de manera satisfactoria en este período, lo cual se traduce en la cantidad y calidad de las muestras coleccionadas.

La observación científica es una necesidad en cualquier pesquería y a la vez no es una función o tarea trivial. De hecho, los avances tecnológicos y los mayores requerimientos de investigación y de las problemáticas de las pesquerías con el devenir de los tiempos, hacen que esta tarea deba ser abordada con personal altamente capacitado y que idealmente cumpla los estándares internacionales logrados en otras pesquerías. Tal como se indicó en el Plan de Acción Nacional de Aves Marinas (PAN/AM) del año 2007, es necesario contar con profesionales altamente calificados para estas tareas. Es tiempo ya de dejar atrás los muestreadores y los muestreadores enchulados, cuyo beneficio sólo pasa por una cuestión de costo y no por la obtención de información relevante y de calidad que la pesquería requiere.

La interacción de mamíferos con la pesca presenta un patrón estacional claro. Es así como el número de orcas y cachalotes, al sur del Estrecho de Magallanes, donde se ubican los principales caladeros de pesca y en donde se ha concentrado el esfuerzo de pesca desde inicios de la pesquería, aumenta significativamente hacia fines de invierno y comienzos de primavera. Son los meses de septiembre y octubre, los que concentran la mayor cantidad de orcas y cachalotes en torno a los buques de pesca. La explicación a este hecho parece estar en los procesos migratorios que realizan ambas especies. En el caso de las orcas su ausencia durante los meses de verano y otoño tiene que ver con la migración que hacen estos animales tras la ballena minke, su presa principal, hacia aguas antárticas y su posterior retorno a fines de otoño e invierno cuando comienza en invierno austral (Guinet, 1992[18] ; Guinet et al., 2000[19] ; Berzin & Vladimirov, 1983[6] , citados en Pitman & Ensor, 2003[35]). En el caso de los cachalotes se ha señalado que estos se reproducen en las cercanías del trópico, donde además permanecerían las hembras y crías durante el año. Los machos adultos migrarían durante el invierno hacia aguas subantárticas en busca de alimento y que durante la época estival volverían hacia las áreas de reproducción, que dando en el sur los machos jóvenes que aún no se acoplan a este proceso (Perry et al., 1999, citado por Moreno et al., 2003[31]; Hucke-Gaete et al., 2004[22]). La actividad pesquera proporciona entonces a ambas especies una alimentación más fácil en el caso de los cachalotes y accesible en el caso de las orcas, a los cuales estos animales han aprendido a través de los años.

Este patrón temporal de presencia de mamíferos hace que la tasa de predación siga el mismo comportamiento. La tasa de predación estimada a partir de los restos nos muestra dicho patrón, de manera que las mayores pérdidas por esta causa ocurren en los meses de septiembre y octubre, cuando la cantidad de orcas y cachalotes es máxima (manadas o grupos con más individuos y a su vez los grupos son más abundantes) en torno a los buques de pesca. La tasa de predación hacia noviembre y diciembre disminuye a niveles

similares a los observados en los meses de junio y julio. La tasa de predación calculada como un estimador de razón, es decir sumada todas las pérdidas sobre las capturas ocurridas, nos indica que en septiembre y octubre podría ser mayor al 8 % de la captura mensual y en noviembre, diciembre menor al 1 %. Esto sin duda nos indica que la estimación de la tasa de predación para la temporada debiera contemplar una ponderación mensual o a lo menos estacional. Igual situación debería ser considerada desde el punto de vista espacial, ya que la abundancia y distribución de los mamíferos difiere entre caladeros. Las orcas y cachalotes se concentran preferentemente en torno a las islas Diego Ramírez y en el sector de Isla Nueva. Más al norte su abundancia disminuye.

Parte esencial para obtener buenas estimaciones de la captura, pasa por un rol más activo del observador y de quienes están encargados de tomar esta información. Si hay una actitud pasiva esta información puede llegar a tener serias falencias, ya que la captura reportada de manera habitual corresponde a aquella que se deriva de la producción, y no consignan las pérdidas por predación ni aquella captura que es desechada. Para fines de seguir los indicadores pesqueros esta información tiene relevancia y debe ser medida correctamente. En esta ocasión nosotros hemos probado una metodología simple para estimar la mínima captura predada en número y biomasa. Por el hecho que sea simple no significa que en la práctica no tenga dificultades. La colecta de restos a bordo es una tarea que requiere tiempo y muchas voluntades. Para lograr un buen estimador el observador tiene dos caminos: 1) permanecer observando todo el virado y coleccionar así cada resto, para luego hacer las mediciones correspondientes. El segundo, es operar con los tripulantes. Aquí debe haber un compromiso y confianza compartida entre observador y los tripulantes, ya que de no ser así puede haber pérdidas de algún resto o bien sumarse restos que no vienen de la predación; como por ejemplo, labios que se desgarran de peces durante su manipulación o izado.

La medición del esfuerzo de pesca también es una tarea a la cual hay que poner atención y requiere que sea tratado con mayor preocupación por los investigadores que usan esta información en sus análisis. Nosotros hemos encontrado que el número de cachaloterías por lance en un barco y entre barcos varía considerablemente. Hay barcos en los cuales durante una marea se calan por línea entre 200 a 700 cachaloterías, para lo cual modifican la densidad de cachaloterías por unidad lineal. En conjunto con esto nosotros también hemos detectado que el número de cachaloterías también varía entre lances de una misma marea y entre barcos. Es más se ha detectado que los diseños de las cachaloterías entre barcos/empresas difieren en diseño. Por otro lado los datos colectados en la PIBAC 2010² indican que el tiempo de reposo entre un lance y otro difieren de manera considerable (2,8 a 41 horas), por lo cual es una variable que debe ser considerada para el cálculo de los rendimientos de pesca y en especial en la construcción del índice de abundancia a partir de la pesca, como es la CPUE estándar.

El análisis de los rendimientos de pesca indican que estos varían con el tiempo de reposo de manera no lineal. Esto no es nuevo, ya fue advertido y estudiado en la década del 60 y 70, y también más recientemente (Murphy, 1960[33] ; Rothschild, 1967[42] ; Skud, 1972[45];

²PIBAC 2010: Pesca de Investigación del bacalao 2010

Skud, 1975[46], y Skud y Hamley, 1978[47] ; Hougard 1996[20] ; Hougard y Lassen, 2000[21]). Murphy (1960) indica que en el espinel la captura aumenta hasta un determinado valor de la hora de reposo y luego declina suavemente debido a un decrecimiento de su poder de pesca. Nosotros, creemos haber encontrado en los datos obtenidos desde el BP Global-pesca I donde los rendimientos crecen hasta las 15 a 20 horas de reposo y luego decrecen, señales de esta concepción teórica, que indican que la eficiencia del espinel cambia en relación con el tiempo de reposo, pues hay factores de competencia entre especies por las carnadas, efectos de saturación y pérdida de efectividad de las carnadas con el tiempo, de manera que el supuesto de proporcionalidad entre la CPUE y la abundancia se pierde. Sin embargo también debemos hacer presente que nuestras conclusiones por el momento no son enteramente concluyentes, pues los datos de tipo observacional analizados están influenciados por una serie de otros factores que no pueden ser controlados.

Nosotros hemos cuestionado la variable número de anzuelos como parte fundamental de la unidad de esfuerzo por la falta de independencia que creemos ocurre en el manejo de anzuelos de la cachalotera. Estimamos que el manoteo de anzuelos de la cachalotera actúa como una sola unidad. Razón por la cual proponemos que las componentes adecuadas del esfuerzo de pesca en esta pesquería son el número de cachaloteras y el tiempo de reposo. También reconocemos que hay necesidad investigar mejor los efectos del tiempo de reposo en los rendimientos de pesca, en especial un posible comportamiento no lineal de los rendimientos de pesca con el tiempo de reposo. Por otro lado también se debe hacer un esfuerzo por lograr medidas más exactas de tiempo de reposo, quizás siguiendo lo indicado por Campbell (1997)[11].

Lo anterior evidentemente pone en duda la medida de esfuerzo (número de anzuelos calados) que se ha usado históricamente en esta pesquería. A la luz de los resultados parece necesario seleccionar entre los datos aquellos lances cuyos tiempos de reposo que realmente se ajusten al supuesto linealidad entre la CPUE y la abundancia.

La estacionalidad encontrada en la abundancia relativa de mamíferos en torno a los buques de pesca, hace que el factor estacionalidad sea un factor importante para explicar la variabilidad de la tasa de predación y también es un factor a tener cuenta cuando se quiere obtener un estimador para la temporada de pesca. Por otro lado igualmente se ha detectado, al igual que Moreno et al.,(2003)[31] y Hucke-Gaete et al., (2004)[22], que las orcas y cachalotes en Chile se concentran en los principales caladeros de pesca de la flota industrial, ubicados en torno a las Islas Diego Ramírez y en el sector de Isla Nueva.

La experiencia acumulada durante esta pesca de investigación nos indica que las buenas o malas prácticas de pesca, como las aquí analizadas, tienen mucha relación con el barco y su tripulación, asimismo, con el grado de exigencia de trabajo a bordo. En general mareas en las cuales los niveles de exigencias de trabajo son altos las malas prácticas de pesca ocurren, dado que no hay cuidado en sacar anzuelos y reinales desde la fauna acompañante y desde los restos antes de ser eliminados al mar. Empresas como Pesca Chile S.A y Antarctic Sea Fisheries S.A han dado un paso importante, digno de imitar, incentivando a los pescadores a no tirar restos con anzuelos y trozos de aparejo al mar, mediante pre-

mios. Esto debiera ser un ejemplo a seguir ya que las buenas prácticas de pesca deben ser incentivadas de la manera adecuada, siendo esto no sólo una tarea de los usuarios sino también de de investigaores y de la autoridad pesquera.

Por otro lado la autoridad pesquera tiene la la obligación de llevar acabo acciones tendientes a mejorar las malas prácticas, más aún si ha suscrito compromisos para ello con la ACAP³ y la Comisión para la Conservación de Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCAMLR en inglés). El año 2007 hubo un avance con la creación del PAN/AM Chile, pero una vez que este fue entregado a las autoridades gubernamentales para su aplicación dejó de funcionar. Con o sin PAN/AM se debiera generar un programa o acción educativa concreta para mejora las prácticas de pesca, colocando los incentivos correctos. Dado la dinámica observada hoy en la administración pesquera, creemos que la iniciativa adoptada por parte de la industria debiera ser considerada por el resto de los Operadores del Bacalao (OBAC), ya que los usuarios de esta pesquería son pocos y han mostrado iniciativa para llevar a cabo acciones que puedan tener un efecto importante en el mediano plazo.

El conteo de albatros errantes alrededor del buque durante el virado, presentó la dificultad de identificación de la especie de interés, siendo difícil de distinguir el albatros errante del albatros real, más aún si estos se encuentran a distancia, por su gran parecido en apariencia y tamaño. Pese de lo anterior y lo más importante para nuestra investigación es que los observadores no reportaron ya sean albatros errantes o albatros reales tomando restos de peces con anzuelos durante los períodos de observación. Los datos e investigación realizada en esta pesca de investigación no permiten cuantificar los efectos de la flota chilena sobre la mortalidad de los Albatros errantes de la Isla Bird, dado que en nuestra pesquería concurren no sólo albatros errantes, sino también albatros reales del norte como lo hemos podido comprobar en nuestras observaciones. El albatros real del norte, durante primavera cuando estan criando y en verano cuando hay incubación son más frecuentes en las costas chilenas. Sin embargo, todavía no podemos explicar el aumento de los grandes albatros detectado desde septiembre a diciembre. En este sentido necesitamos recopilar más datos.

El uso creciente por no decir masivo de la cachalotera en otras pesquerías y la poca superposición que tiene nuestra pesquería con las áreas de forrajeo de los albatros errantes de Georgia del sur, hacen presumir que la participación de la flota chilena en la mortalidad de dichas aves no sea la que se le atribuye. En todo caso, la solución a esta problemática pasa simplemente por tener realmente buenas prácticas de pesca, y en este sentido es meritorio la iniciativa llevada adelante por Pesca Chile SA y Antarctic Sea Fisheries SA.

La técnica de marcaje recomendada, basados en la experiencia piloto realizada a bordo del BP Globalpesca I, es la Técnica de marcado en agua, ya que permite asegurar una recuperación importante del pez aún después del marcado, lo cual proporciona a su vez una mejor condición al momento de su liberación, tal como lo señalara (Agnew et al., 2006[1]) cuando esta técnica fue usada para estudiar la sobrevivencia del bacalao de profundidad en Georgia del Sur. En el programa de marcado Argentino, el pez se mantiene por 15

³ACAP: Agreement on the Conservation of Albatrosses and Petrels

minutos en el agua para que se recupere y luego se marca (INIDEP, 2007[24]). El pez marcado a través de esta técnica disminuye su probabilidad de morir una vez que entra al mar. Esto se ve tremendamente reforzado si su liberación ocurre por mano, ya que los peces así liberados se hunden inmediatamente evitando ser atacados por aves y mamíferos marinos que se encuentren en la inmediaciones. No obstante lo anterior, la liberación de los peces es recomendable hacerla una vez terminado el virado de las cachaloterías, cuando se está recogiendo la cala u orinque ya que hay menos riesgo de producir algún contratiempo con la operación de pesca y también, por lo general a esa altura del proceso, las aves y mamíferos marinos presentan una actividad más reducida de alimentación.

Otra cosa importante en relación con el marcado y su implementación es la confección de un protocolo, guía o instructivo claro, donde se consignen aspectos como la manipulación de la pistola de marcado, cuya secuencia de pasos, indicadas en el punto 3.4.3, debe ser tenida en cuenta a fin de no producir atascamiento en la pistola, pérdidas de marcas, tanto por mal uso de los equipos como por acción del marcado. En general estas recomendaciones, a pesar de ser casi domésticas, necesitan ser tenidas en cuenta en este tipo de proceso. Asimismo, la condición del pez seleccionado para ser marcado es también importante, para lograr un pez con los menos daños posibles y se convierta en un buen candidato a ser marcado. El trato del pez al momento subirlo a bordo es algo importante ya que tiene una relación directa con el tamaño del pez capturado. El bichero trata de asegurar el pez desde la cabeza con el fin de no dañar el cuerpo. Así peces pequeños tienen menor probabilidad de ser dañados por el bichero porque estos podrían ser subidos sin ser pinchados por este.

Por otro lado, una de las preguntas que a menudo ha surgido en contacto con los pescadores, es ¿cuántos peces se deben marcar y de qué tamaños?. Esto es un aspecto muy importante que debería acordarse entre los usuarios y la administración. En general existe más disposición a marcar peces juveniles bajo los 70 cm de longitud total, que en términos de edad no sobrepasen los 7 años. Antecedentes recopilados desde la literatura disponible en internet, señala que el programa de marcaje Argentino que data desde el año 2004, obliga a los buques palangreros y aquellos que operan con nasas sobre este recurso, marcar 2 peces hasta los 100 cm por cada tonelada capturada (INIDEP, 2007[24] y Martínez & Wöhler, 2009[29]). Uno de los problemas afrontados por los programas de marcado en la CCAMLR, es que los datos generados a partir de ellos no han podido ser usados con fines de evaluación porque el número marcado es muy bajo. La CCAMLR ha sugerido recientemente marcar al menos 3 individuos por tonelada capturada y de todos los tamaños, ya que si se marcan sólo juveniles, la recaptura va a entregar información solo de dicha fracción y no de todo el stock.

La nueva escala apreciativa de la madurez sexual propuesta en el presente estudio, se diferencia de la escala de Kock & Kellerman (1991)[26], entre otras, porque el estadio virginal se incluye en la fase denominada Inmaduros y no junto a hembras en maduración y en reposo. En la denominación de las fases, se ha adoptado en parte la terminología propuesta por Brown-Peterson et al., (2011)[10], en que las hembras inmaduras corresponden a las virginales, en otras palabras, una vez que han desovado nunca vuelven a ser virginales. Es importante señalar algún carácter objetivo para separar el EMS 3 del EMS 4 descritos en

la escala de Kock & Kellerman (1991)[26] , ya que la clasificación de los ovarios a bordo presenta algunas dificultades para el observador, que puede finalmente confundir los dos estadios (Agnew et al., 1999)[2]. La nueva escala propuesta, clasifica como maduros, los ovarios con ovocitos traslúcidos, semejantes a ovocitos hidratados, de 3,0 mm de diámetro o mayores, que fluyen libremente al presionar el abdomen de la hembra. El aspecto traslúcido de los ovocitos puede reconocerse a simple vista. Esta escala de madurez modificada propuesta por el prof. Balbontín es una importante ayuda para la observación a bordo, al ser más clara en la definición de los estados antes mencionados, es decir de los estados virginal, en maduración (EMS3) y maduro (EMS4).

Los datos obtenidos en esta pesca de investigación y la anterior de año 2009 indican que el bacalao de profundidad efectivamente se reproduce en el extremo austral de Chile, al sur de los 55°S en la Tierra del Fuego. Esto se desprende de la progresión temporal de los estadios de madurez derivados a través de los análisis microscópicos del tamaño de los ovocitos presentes en los ovarios muestreados. El IGS también presenta una concordancia con esta progresión temporal e indica una caída fuerte de este índice durante octubre. Durante el 2010 el desove se inició en julio, alcanzó su máxima expresión en agosto-septiembre y termina en octubre. Lo importante de este análisis es que confirma con análisis microscópico lo indicado en estudios de datos macroscópicos, siendo desde el punto de vista temporal muy coincidente con la temporada de desove señalada por Kock & Kellerman (1991)[26] quienes la sitúan desde julio a septiembre y con Arana (2009)[3], quien indica haber detectado hembras maduras desde julio a septiembre y desovadas desde agosto a octubre.

Tal como se había indicado por CEPES en las reuniones del GT-BAC, la talla promedio de madurez sexual de 110 cm para el stock chileno era muy alta y no concordaba con las estimaciones hechas por Agnew et al., (1999)[2] ; (Everson & Murray (1999)[15] para Georgia del sur, con los 90 cm LT estimada por Laptikhovsky et al., (2006)[27] para Malvinas ; y con los 89 cm LT estimada por Arana (2009)[3] para el bacalao en Chile austral. La talla media de madurez sexual estimada en esta pesca de investigación alcanzó los 89,9 cm LT, siendo más concordante con lo indicado por los estudios anteriores y con la talla media de madurez sexual estimada en Argentina (82,2 cm para machos y hembras).

Los resultados del presente trabajo muestran valores más altos de fecundidad que los estimados con material de las Islas Kerguelen pero comparables, en términos de fecundidad promedio, con los provenientes del banco Burwood. Esto tiene mucho sentido con la hipótesis de un solo stock en el cono sur de America, al igual que la época de desove anteriormente indicada y la talla media de madurez sexual, que es más cercana a la estimada en Argentina y Malvinas.

Referencias

- [1] Agnew DJ, Moir Clark J, McCarthy PA, Unwin M, Ward M, Jones L, G. Breedts, Du Plessis S, Van Heerden J & Moreno G. 2006. A study of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) post-tagging survivorship in subarea 48.3. *CCAMLR Science*, Vol. 13: 27-289.
- [2] Agnew, DJ, Heaps L, Jones C, Watson A, Berkietta K & Pierce J. 1999. Depth distribution and spawning pattern of *Dissostichus eleginoides* at South Georgia. *CCAMLR Science* 6: 19-36.
- [3] Arana P. 2009. Reproductive aspects of the Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides* off southern Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 37(3): 381-394.
- [4] Ashford JR, Rubilar PS & Martin AR. 1996. Interactions between cetaceans and longline fishery operations around South Georgia. *Mar. Mamm. Sci.*, 12 (3): 452–457.
- [5] Bagley NW & Dunn A. 2005. Recommendations for the toothfish tagging protocol in subareas 88.1 and 88.2. WG-FSA-05/43CCAMLR, Hobart, Australia. (Unpublished report).
- [6] Berzin AA & Vladimirov VL. 1983. Novyi vid kosatki (Cetacea, Delphinidae) iz vod Antarktiki. *Zool. Zh.* 62(2):287-95. [Translated in 1984 as “A new species of killer whale (Cetacea, Delphinidae) from Antarctic waters” by S. Pearson, National Marine Mammal Laboratory, Seattle, WA 98115, USA].
- [7] Bigg MA. 1982. An assessment of killer whale (*Orcinus orca*) stocks off Vancouver Island, British Columbia. *Rep. Int. Whal. Comm., Spec. Iss.* 32: 655–666.
- [8] Briand G, Matulich SC and Mittelhammer RC. 2001. A catch per unit effort-soak time model for the Bristol Bay red king crab fishery 1991-1997. *Canadian Journal of Aquatic Sciences*. Vol. 58 (2). 334-341 pág.
- [9] Brown J, Brickle P, Hearne S & French G. 2010. An experimental investigation of the “umbrella” and “Spanish” system of longline fishing for the Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) in the Falkland Islands: Implications for stock assessment and seabird by-catch. *Fishery Research* 106:404-412.
- [10] Brown-Peterson NJ, Wyanski DM, F. Saborido-Rey F, Macewicz BJ & Lowerre-Barbieri SK. 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science* 3: 52-70.

- [11] Campbell R. 1997. Measures of Effort in Commercial Longline Fisheries: a theoretical discussion. Working paper for the 7th Meeting of the Western Pacific Yellowfin Tuna Research Group, Nadi, Fiji, June 18-20. WPYRG7/18.
- [12] CEPES. 2010. Pesca de Investigación 2009 “Bases para un programa colaborativo de monitoreo científico en la pesquería del bacalao”. Informe Primera Etapa. Doc. Técnico del Centro de Estudios Pesqueros(CEPES), 64 pág.
- [13] Croxall JP, Black AD & Wood AG. 1999 . Age, sex and status of Wandering Albatrosses *Diomedea exulans* L. in Falkland Islands waters. *Antarctic Science* 11: 150–156.
- [14] Donoghue M, Reeves RR & Stone GS. 2003. Report of the workshop on interactions between cetaceans and longline fisheries. Apia. Samoa: November.2002. New England Aquarium Aquatic Forum Series Report 03-1 New England Aquarium, May 2003. 45 pp.
- [15] Everson I. & Murray A. 1999. Size at sexual maturity of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*). *CCAMLR Science* 6:37-46.
- [16] Foote AD, Newton J, Piortney SB, Willerslev E, Thomas M & Gilbert P. 2009. Ecological, morphological and genetic divergence of sympatric North Atlantic killer whale populations. *Molec Ecol* 18:5207–5217.
- [17] Ford JKB, Ellis GM & Balcomb KC .2000. Killer whales: the natural history and genealogy of *Orcinus orca* in the waters of British Columbia and Washington. University of British Columbia Press and University of Washington Press, Vancouver and Seattle.
- [18] Guinet C. 1992. Comportement de chasse des orques (*Orcinus orca*) autour des Iles Crozet. *Can J Zool* 70:1656–1667
- [19] Guinet C, Barrett-Lennard LG & Loyer B. 2000. Co-ordinated attack behavior and prey sharing by killer whales at Crozet Archipelago: strategies for feeding on negatively-buoyant prey. *Mar Mamm Sci* 16:829–834
- [20] Hovgård H. 1996. A two-step approach to estimating selectivity and fishing power of research gillnets used in Greenland waters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 1007–1013.
- [21] Hovgård H & Lassen, H. 2000. Manual on estimation of selectivity of gillnet and longline gears in abundance surveys. FAO Fish. Tech. Paper. 397, 84p.
- [22] Hucke-Gaete R, CA Moreno & J Arata. 2004. Operational interactions of sperm whales and killer whales with the Patagonian toothfish industrial fishery off southern Chile. *CCAMLR Sci.* 11: 127-140
- [23] Hunter JR, Lo NCH & Leong RJH. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*, R. Lasker, ed. NOAA Tech. Rep. NMFS 36, pp. 67-77.

- [24] INIDEP. 2007. Protocolo de marcado de la especie Merluza negra (*Dissostichus eleginoides*) a bordo de la flota comercial Argentina Año 2007. Documento Técnico Nr. 01, 05 Febero 2007. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), 7 pág, preparado por Patricia Martínez.
- [25] Jefferson TA, Webber MA & Pitman RL. 2007. Marine mammals of the world. Academic Press, San Diego, CA.
- [26] Kock KH & Kellerman A. 1991. Reproduction in Antarctic Notothenoid fish – a review. *Antarctic Science* 3: 125-150.
- [27] Laptikhovsky V, Arkhipkin A & Brickle P. 2006. Distribution and reproduction of the Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides* Smitt around the Falkland Islands. *Journal of Fish Biology* 68: 849-861.
- [28] LeDuc RG, Robertson KM & Pitman RL. 2008. Mitochondrial sequence divergence among Antarctic killer whale ecotypes is consistent with multiple species. *Biol. Lett.* 4: 426-429.
- [29] Martínez P. & Wöhler O. 2009. La pesquería de la Merluza negra (*Dissostichus eleginoides*) durante el año 2008. Informe Técnico Oficial INIDEP, del 30 marzo 2009, 12 pág.
- [30] Mikhalev YA, Ivashin MV, Savusin VP & Zelenaya FE. 1981. The distribution and biology of killer whales in the Southern Hemisphere. *Rep. int. Whal. Commn* 31:551-66.
- [31] Moreno CA, Hucke-Gaete R & Arata J. 2003. Interacción de la pesquería del Bacalao de profundidad con mamíferos y aves marinas. Informe final. Proyecto FIP 2001-31, Fondo de Investigación Pesquera (FIP), 82 pág, más Tablas, Figuras y Anexos.
- [32] Morin PA, Archer FI, Foote AD, Thomas M, Gilbert P, Allen EE, Wade P, Durban J, Parsons K, Pitman R, Li L, Bouffard P, Vilstrup J, Nielsen SA, Willerslev E & Harkins T. 2010. Complete mitochondrial genome analysis of killer whales (*Orcinus orca*) indicates multiple species. *Genome Res.* 20:908–916
- [33] Murphy GI. 1960 Estimating abundance from longline catches. *Journal of the Fisheries. Research Board of Canada*, Volume 17, No. I, pp. 33-40.
- [34] Phillips RA, Ridley C, Reid K, Pugh PJA, Tuck GN & Harrison N. 2010. Ingestion of fishing gear and entanglements of seabirds: Monitoring and implications for management. *Biological Conservation* 143 : 501- 512.
- [35] Pitman RL & Ensor P. 2003. Tree forms of killer whales (*Orcinus orca*) in Antarctic water. *J. Cetacean Res. Manag.*, 5(2): 131-139.
- [36] Pitman RL, Durban JW, Greenfelder M, Guinet C, Jorgensen M, Olson PA, Plana J, Tixier P & Towers JR. 2011. Observation of a distinctive morphotype of killer whale (*Orcinus orca*), type D, from subantarctic waters. *Polar Biol* (Short note), 34 (2), 303-306.

- [37] Poncet S, Robertson G, Phillips RA, Lawton K, Phalan B, Trathan PN & Croxall JP. 2006. Status and distribution of wandering, black-browed and grey-headed albatrosses breeding at South Georgia. *Polar Biology* 29, 772–781.
- [38] Purves MG, Agnew DJ, Balguerias E, Moreno CA & Watkins B. 2004. Killer Whale (*Orcinus orca*) and Sperm Whale (*Physeter macrocephalus*) interactions with Longline Vessels in the Patagonian Toothfish Fishery at South Georgia, South Atlantic. *CCAMLR Science* 11: 1-16.
- [39] Prince PA, Croxall JP, Trathan PN & Wood AG. 1998. The pelagic distribution of South Georgia albatrosses and their relationships with fisheries. Pp. 137–167 in G. Robertson & R. Gales, eds. *Albatross Biology and Conservation*. Chipping Norton, Australia: Surrey Beatty and Sons.
- [40] Ricker WE. 1973. Linear regression in fishery research. *Journal Fisheries Research Board of Canada* 30(3): 409 - 434.
- [41] Roche C, Guinet C, Gasco N & Duhamel G. 2007. Marine mammals and demersal longline fishery interactions in Crozet and Kerguelen exclusive economics zones: an assessment of depredation levels. *CCAMLR Science* 14: 67-82.
- [42] Rothschild BJ. 1967 Competition for gear in a multiple-species fishery. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, Volume 31, No.1, pp. 102-110.
- [43] Secor DH, Henderson-Arzapalo A & Piccoli PM. 1995. Can otolith microchemistry chart patterns of migration and habitat utilization in anadromous fishes? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 192: 15-33.
- [44] Southward GM & Hardman WH. 1973. Otolith length and fish length of Pacific Halibut. Technical Report No. 10, International Pacific Halibut Commission, Seattle Washington. 10 pág.
- [45] Skud BE. 1972. A reassessment of effort in the halibut fishery. International Pacific Halibut Commission, Scientific Report No. 54, 11 p.
- [46] Skud BE. 1975. Revised estimates of halibut abundance and the Thompson-Burkenroad debate. International Pacific Halibut Commission, Scientific Report No. 56, 36 p. Report No. 56, 36 p.
- [47] Skud BE & Hamley JM. 1978. Factors affecting longline catch and effort. International Pacific Halibut Commission. Scientific Report No. 64, 66p.
- [48] 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 d'Océanologie de Marseille, Université Aix-Marseille II, Campus de Luminy - Case 901 13288 Marseille Codex 9. Centre d'Etudes Biologiques de Chizé - CNRS (UPR 1934) 79360 Villiers-en-Bois.
- [49] Tixier P, N Gasco, Duhamel G, Viviant M, Authier M & Guinet C. 2010. Interactions of Patagonian toothfish fisheries with killer and sperm whales in the Crozet Islands

- Exclusive Economic Zone: an assessment of depredation levels and insights on possible mitigation strategies. *CCAMLR Science*, 17: 179–195.
- [50] West, G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 41: 199-222.
- [51] Whitehead H. 2001. Direct estimation of within-group heterogeneity in photo-identification of sperm whales. *Mar. Mamm. Sci.*, 17 (4): 718–728.
- [52] Yukhov VL, Vinogradova EK & Medvedev LP. 1975. Obe'kt pitaniya kosatok (*Orcinus orca* L.) v Antarktike i sopredel'nykh vodakh. Morsk Mlekopitayushchie Chast'2:183-255. [Translated in 1976 as “The diet of killer whales (*Orcinus orca* L.) in Antarctic and adjacent waters” by the Translation Bureau (WRI), St. Anne de Bellevue, Multilingual Services Division, Department of the Secretary of the State of Canada, Translation Series 3844].
- [53] Zuleta A & Rubilar PS. 2011. Contribución del Programa de Investigación Colaborativa SUBPESCA-OBAC a la gestión de la pesquería del Bacalao. Documento CEPES, 12 pág.

ANEXOS