



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias
Escuela de Biología Marina

**PROFESOR PATROCINANTE:
DR. CARLOS MORENO
INSTITUTO DE ECOLOGIA Y EVOLUCION
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

**PROFESOR CO-PATROCINANTE
DR. ROBERTO SCHLATTER
INSTITUTO DE ZOOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

**“Comparación del efecto de *Orcinus orca* y *Physeter macrocephalus* en la
CPUE de la pesquería del *Dissostichus eleginoides* en el sur de Chile
(Pacífico) e Islas Georgia del Sur (Atlántico Sur).”**

Tesis de Grado presentada como
parte de los requisitos para optar al
Título de Biólogo Marino.

EUGENIO ALFREDO OLIVARES MANCILLA

VALDIVIA – CHILE

2005

A Mis Papis
Eugenio y Maria Cristina

Agradecimientos

Agradezco a las personas que ayudaron en la realización de esta tesis, al Dr. Carlos Moreno por su paciencia y consejos, al Dr. Roberto Schlatter por las sus correcciones y diálogos en su oficina, al profesor Juan Zamorano por aceptar el formar parte de mi comisión de tesis.

También tengo que agradecer al Dr. Rodrigo Hucke-Gaete por la orientación dada en mi tesis así como al Dr. Javier Arata y Dr. Carlos Molinet por la ayuda dada en el análisis de los datos.

A mis compañeros de carrera y amigos con los cuales hicimos familia lejos de la casa: Elías (PA-PA-PA) y Paula, Juan juanin y Barbi, Tote, Mauro, Cumpa, Gustavo, Chilote, Yina, Pato, Peladilla, Ulises..... bueno y el resto que se me queda en el tintero pero no por eso menos importante disculpen.

A mi niña preciosa le agradezco las noches que no me dejo acostarme para que trabajara y el amarme con mis defectos, mañas y otras yerbas

Finalmente al que lea esta tesis

Esto es la culminación de una etapa lo bueno y lo difícil recién comienza

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. RESUMEN..... | 1 |
| SUMMARY..... | 2 |
| 2. INTRODUCCION..... | 3 |
| 3. MATERIAL Y METODO..... | 6 |
| 3.1 Área de estudio..... | 6 |
| 3.2 Periodo de estudio..... | 8 |
| 3.3 Especies involucradas..... | 8 |
| 3.3.1 Depredadores..... | 8 |
| Orca (<i>Orcinus orca</i>)..... | 8 |
| Cachalote (<i>Physeter macrocephalus</i>)..... | 9 |
| 3.3.2 Presa..... | 11 |
| Bacalao de profundidad (<i>Dissostichus eleginoides</i>)... | 11 |
| 3.4 Pesquería y toma de datos..... | 12 |
| 3.5 Análisis de datos..... | 15 |
| 4. RESULTADOS..... | 16 |
| Presencia de las especies..... | 16 |
| CPUE (Captura por unidad de esfuerzo)..... | 17 |
| Líneas depredadas y pesca dañada..... | 18 |
| Análisis de CPUE para ambas áreas estudiadas..... | 20 |
| 5. DISCUSION..... | 26 |
| 5.1 Proyección o pertinencia del trabajo..... | 32 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 6. CONCLUSIONES..... | 33 |
| 7. LITERATURA CITADA..... | 34 |

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

1. **Tabla 1:** Factores y variables explicativas con sus diferentes niveles utilizados en el análisis GLM para la CPUE para los datos de la zona Pacífico (área Sur Austral de Chile) y la zona del Atlántico (Georgia del Sur). **15**
2. **Tabla 2.-** Presencia y ausencia de Orca y Cachalote para los buques estudiados en el zona de Chile (1-6) y la zona de las islas Georgia del Sur (7), durante los años 2001,2002 y 2003 **16**
3. **Tabla 3.-** CPUE promedio de cada buque en presencia o ausencia de Orca y Cachalote para la zona de Chile (CH) y la zona de Georgia del Sur (SG). **18**
4. **Tabla 4** Numero y porcentaje de líneas de pesca depredadas en los buques estudiados. **18**
5. **Tabla 5.-** Número y porcentaje de líneas depredadas en presencia o ausencia de Cachalote y Orca o ambas especies. Tanto en la zona del Pacífico como del Atlántico se presenta depredación en ausencia de las especies estudiadas **19**
6. **Tabla 6.-**Desviación de residuales y prueba de Chi-cuadrado para los factores utilizados en el análisis de los datos de la zona Sur Austral de Chile **20**
- 7 **Tabla 7.-** Desviación de residuales y prueba de Chi-cuadrado para los factores utilizados en el análisis de los datos de la zona de Georgia del Sur. **21**
- 8 **Figura 1:** Mapa con la batimetría de los 1000 y 2000 m en la zona sur austral de Chile y la zona de la Isla de Georgia del Sur, áreas en las cuales se realizan actividades extractivas de *D. eleginoides*. En azul se aprecia el límite de las placas tectónicas. **7**

- 9 Figura 2.-** Porcentaje de pesca obtenida de las líneas depredadas (plomo) y pesca mutilada (negro) con sus respectivos valores para cada buque, tanto en Chile (primeros 6 buques) como en Georgia del Sur (Argos Helena). **19**
- 10 Figura 3.-** Comparación de medias observadas para la CPUE en presencia y ausencia de Orca y Cachalote o ambas especies simultáneamente, en el área de Georgia del Sur, Atlántico. **22**
- 11 Figura 4.-**Distribución de los lances realizados en Chile en presencia(A) y ausencia (B) de Orca o Cachalote en los embarques realizados el 2001 y 2002. **A:** Cuadrados: Cachalote, *Physeter macrocephalus*, Rombos: Orca, *Orcinus orca* y Triángulos: ambas especies simultáneamente; **B:** Cuadrados: ausencia de Cetáceos. **24**
- 12 Figura 5.-** Distribución de los lances realizados en el área de las Islas Georgia del Sur, en presencia(A) y ausencia (B) de Orca o Cachalote en los embarques realizados el 2001 y 2002. **A:** Cuadrados: Cachalote, *Physeter macrocephalus*, Rombos: Orca, *Orcinus orca* y Triángulos: ambas especies simultáneamente; **B:** Cuadrados: ausencia de Cetáceos. **25**
- 13 Figura 6.-** Esquema de la posible relación que existiría entre la pesquería del bacalao de profundidad y la alimentación teutófaga del Cachalote, el cual haría remoción de calamares de profundidad, adultos los que incluirían dentro de su dieta a juveniles de bacalao, a la vez que bacalaos adultos depredarían sobre juveniles de calamar **31**

1 RESUMEN

En la actualidad, el estudio de la interacción de mamíferos marinos con las pesquerías se debe en parte a la depredación ejercida por estos sobre peces de importancia comercial, lo cual repercute en pérdidas económicas para este sector.

Dentro de las especies que interactúan con las pesquerías de palangre, se estudio el efecto de la Orca y Cachalote sobre la pesca del Bacalao de profundidad, específicamente su influencia sobre la CPUE (captura por unidad de esfuerzo) comparando el efecto de ambas especies en el área Sur austral de Chile y el área de las islas Georgia del Sur. Se encontró que la mayor influencia sobre la CPUE estaría dada por la presencia de Orca, pero solo para el área de Georgia del Sur.

La presencia de Cachalote no influyó significativamente en la CPUE, a pesar de ser registrado en más ocasiones que la Orca durante el virado de la línea.

Este estudio muestra interacciones directas entre la pesquería y la presencia de Orca e indirecta para Cachalote, ya que éste al consumir calamares que corresponden a depredadores de juveniles de Bacalao de profundidad, le permitiría a estos ultimos llegar al estado adulto y conformar los futuros stocks pesqueros

SUMMARY

The study of the interaction of marine mammals with the fisheries at the present time is owed partly to the depredation exercised by these on important fish, commercial that rebounds in economic losses for this sector.

Inside the species that interaction with the long line fisheries, you study the effect of the killer whale and sperm whale on the fishing of the Patagonian toothfish, specifically their influence on the CPUE (captures for unit of effort) comparing the effect of both species in the southern Chile area and the area of the South Georgia island. It was found that the biggest influence on the CPUE would be given by the presence of killer whale, but only for South Georgia area.

The sperm whale presence didn't influence significantly in the CPUE, in spite of being registered more than killer whale during hauling operations.

This study shows direct interactions between fishery with killer whale presence and indirect interactions for sperm whale because themselves consuming squids corresponding to depredators of juvenile Patagonian toothfish, it would allow to become adults and to conform the future fishing stocks

2 INTRODUCCIÓN

La interacción de los mamíferos marinos con las pesquerías es más antigua de lo que se puede pensar. Ya en 1587 se emitió un Decreto Papal “Anathematising the vermin” (maldición al animal) en respuesta a las preocupaciones del efecto de delfines sobre las pesquerías en Francia (Smith 1995 *fide* Bearzi 2002). De esta misma forma otros autores en la actualidad han descrito el problema en pesquerías con distintas especies objetivo en diferentes latitudes en ambos hemisferios (Crespo *et al.*, 1997, Fertl and Leatherwood, 1997, Hill *et al.*, 1999).

Entre las interacciones de mamíferos marinos con las pesquerías se encuentra la depredación sobre artes de pesca (e.g. red, palangre), la que es definida por Donoghue *et al.* (2003) como la remoción de peces o carnada de las líneas de pesca por mamíferos marinos. Esta depredación permitiría a estos vertebrados seleccionar alimento de un alto valor calórico que normalmente no estaría a su disposición o sería difícil de obtener permitiendo de esta forma un fácil acceso a estas presas (Perrin *et al.*, 2002).

La depredación sobre las capturas en los artes de pesca, en algunos casos, puede estar asociada a un impacto económico negativo para los pescadores debido a la disminución de la captura. Esto significa una mayor permanencia de los buques en la zona de pesca para obtener las cuotas de captura, lo que conlleva un aumento en los costos operacionales para los buques por una mayor permanencia (horas/buque) y una mayor pérdida de las poblaciones de especies objetivo explotables.

Esta situación ha generado reacciones por parte de los pescadores contra los mamíferos marinos, las que se traducen en agresiones hacia los animales que se aproximan a los buques durante las faenas extractivas, tales como: el lanzar arpones, bengalas, dinamita e incluso la utilización de armas de fuego.

Además de los costos económicos, la depredación ocasiona problemas medioambientales como son los ejemplos siguientes descritos por Donoghue *et al.*, (2003):

- (1) Las pérdidas debido a la depredación no han sido consideradas para los procesos de evaluación de los stocks de peces y la fijación de cuotas. Aún cuando parte de la depredación puede constituir “un reemplazo” de la predación natural sobre los stocks de la pesca objetivo y, por lo tanto, no debe considerarse como la parte de las remociones de la pesquería. Esta hipótesis presenta un desafío analítico mayor en este campo.
- (2) La depredación causa pérdida de captura y puede llevar a un aumento en el esfuerzo de pesca, asociado con efectos medioambientales negativos.
- (3) La depredación puede considerarse como una modificación de la conducta natural de forrajeo, algunas veces involucrando presas que son desconocidas y/o que pueden ser una parte normal de las especies presa en la dieta del depredador.
- 4) Los intentos de depredación pueden resultar en enganches o enmallamientos de cetáceos causando graves lesiones o la muerte.

Entre los grupos de mamíferos que interactúan con las pesquerías se encuentran algunos pinnípedos, pequeños cetáceos y grandes odontocetos. Este trabajo se enfoca particularmente en dos especies de mamíferos marinos: la Orca (*Orcinus orca* Linnaeus, 1758) y el Cachalote (*Physeter macrocephalus* Linnaeus, 1758). Ambas

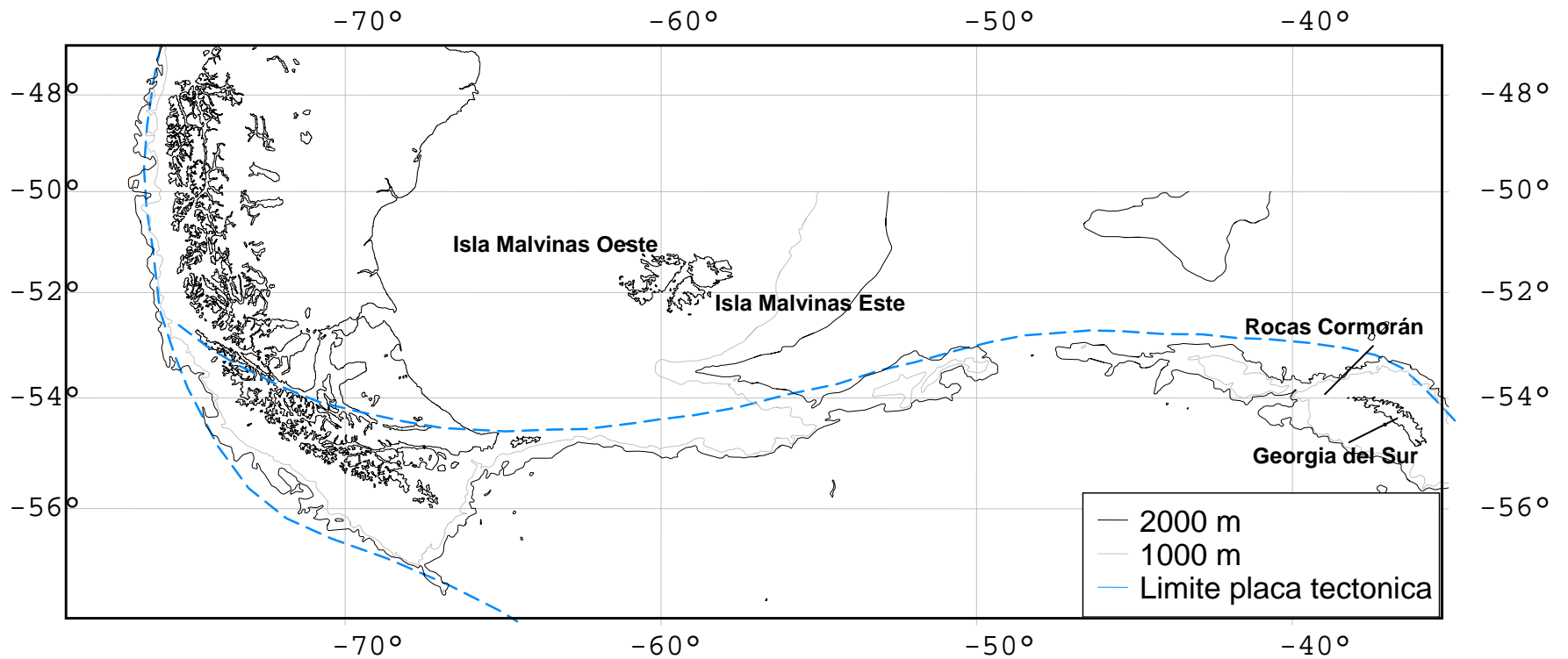
especies han sido señaladas interactuando con las operaciones pesqueras del Bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*, Smitt, 1898) en torno al área de la Isla South Georgia y la costa Sur Austral de Chile (Ashford *et al.*, 1996, Crespo *et al.*, 1997, Purves *et al.*, 2004). Crespo *et al.* (1997) se han referido a este problema en la costa de la Patagonia Argentina y Tierra del Fuego.

Esta Tesis evalúa el problema, en toda el área en que actúa la flota chilena de altura que pesca Bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*, Smitt, 1898), con el objetivo de comparar los efectos de las dos especies más importantes sobre esta amplia área geográfica. Se postula así la hipótesis de que ambas especies, Orca y Cachalote, tienen el mismo impacto sobre la CPUE (Captura por unidad de esfuerzo) en las zonas geográficas estudiadas.

3 MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Área de estudio.

El área de estudio corresponde a dos zonas (Figura 1), en donde se han realizado y realizan actividades extractivas de Bacalao de profundidad por la flota pesquera chilena. Una de éstas corresponde a la zona sur austral de Chile. En ella los buques operan al sur del paralelo 47° S y hasta los 58° S, dentro de las 200 mn y mayoritariamente en la zona del talud de la plataforma continental Pacífico-Sudamericana. Esta zona está regulada por el Régimen de Administración de Pesquerías en Desarrollo Incipiente (D. S. n° 328 de 1992) la cual utiliza el sistema de cuota de captura individual, siendo rematados en subasta pública porcentajes de la captura total permitida. La otra zona se ubica en el océano Atlántico Sur, en aguas dentro de la Convergencia Antártica cerca de las islas Georgia del Sur (54°20' S, 36°40' W) y las Rocas Cormorán, en el área 48.3 de la FAO incluida en la CCAMLR (Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos). Esta área es operacionalmente administrada por el Reino Unido. Estas dos zonas se unen entre sí por montañas submarinas, trincheras y cañones oceánicos, compartiendo una batimetría similar coincidente con los límites de la placa sudamericana y la placa del Scotia (ver figura.1) que finalmente termina en la Península Antártica. Allí es donde se desarrolla la pesquería del Bacalao de profundidad.



Escala: 1:29588484 a latitud 0°

Fuente: NGDC

Figura 1: Mapa con la batimetría de los 1000 y 2000 m en la zona Sur Austral de Chile y la zona de las Islas Georgia del Sur. Área en las cuales se realizan actividades extractivas de *D. eleginoides*. En azul se aprecia el límite de las placas tectónicas.

3.2 Periodo de Estudio

Los datos recopilados en la zona de Chile provienen de los embarques realizados entre los años 2001 y 2002, exceptuando el período de veda de esta pesquería (01 de junio a 31 de agosto). Estos datos fueron obtenidos gracias al proyecto FIP 2001-31 “**Interacción de la pesquería de Bacalao de profundidad con mamíferos y aves marinas**”, en el cual el autor participó como observador. Los datos registrados en la zona de Georgia del sur fueron obtenidos durante el 2003 a lo largo del periodo de licencia de pesquería (01 mayo al 31 de agosto), también bajo el sistema de observación científica internacional de esta pesquería de la CCAMLR.

3.3 Especies involucradas

3.3.1 Depredadores

Orca (*Orcinus orca*).

Las Orcas son los mayores Delphinidos, siendo también uno de los más fáciles de identificar. Presentan un cuerpo negro con manchas blancas características, con una región blanca que se extiende de la punta de la mandíbula inferior hasta las aletas pectorales donde se estrecha medialmente para luego ensancharse ligeramente hacia la cola. Un parche blanco en cada flanco conectado por el parche ventral blanco, crea un diseño parecido a un tridente. Un visible parche blanco se ubica sobre y detrás del ojo. El tamaño del cuerpo varía entre macho y hembra; las hembras logran una longitud corporal de hasta 7.7 metros, mientras que los machos alcanzan hasta 9 metros de longitud. En los machos adultos la aleta dorsal es recta y triangular (puede llegar a

medir de 1.0 a 1.8 m. de alto) y en las hembras es falcada y no mayor a 0.7 m. de alto (WDCS, 2002).

Las Orcas probablemente son los más cosmopolitas de todos los cetáceos, pudiendo encontrarse en todos los océanos y mares, desde el borde de los hielos hasta el Ecuador. Sin embargo estas aparecen en forma más común cerca de la costa y en aguas frías o subpolares (Jefferson *et al.*, 1993). Se pueden encontrar animales solitarios, pero grupos familiares estrechamente cercanos conocidos como “pods” son típicos. Dos o más “pods” pueden llegar temporalmente a formar “superpods” que pueden contener 150 o más Orcas (Carwardine, 2000). Las Orcas son el nivel tope de los carnívoros marinos, alimentándose oportunísticamente de presas que fluctúan estacionalmente y regionalmente (Yano and Dahlheim, 1995).

Si las Orcas son considerados como una sola especie, sus tipos de presas pueden ser amplias e incluyen mamíferos marinos (incluyendo otros cetáceos), muchos peces, tiburones, cefalópodos, aves marinas (pingüinos y albatros) y tortugas marinas. (WDCS, 2002).

Cachalote (*Physeter macrocephalus*).

El Cachalote es el cetáceo dentado más grande y no puede ser confundido con otras especies. El cuerpo es un poco comprimido lateralmente y la cabeza es grande (un cuarto a un tercio de la longitud total y una proporción aún mayor del volumen total) y casi cuadrada cuando es vista de lado. La mandíbula inferior es estrecha y soportada desde arriba. Un solo espiráculo en forma de S se encuentra en el frente de la cabeza y desplazado a la izquierda (Jefferson *et al.*, 1993).

Hay marcadas diferencias entre los sexos: los machos promedian 15-18 m y las hembras sólo 11-12 m (Carwardine, 2000). Machos y hembras adultos pueden ser distinguidos no solo por las diferencias de tamaño, sino también por la presencia o ausencia de callosidades en la joroba dorsal. Un porcentaje grande de hembras (aproximadamente 85%) presenta callosidades, mientras que los machos casi nunca los tienen (Jefferson *et al.*, 1993).

Estas ballenas dentadas raramente son encontradas en aguas de menos de 300 m de profundidad. Estas se concentran a menudo alrededor de islas oceánicas en las áreas de surgencias a lo largo de la parte externa de la plataforma continental y en medio del océano (Perry *et al.*, 1999).

Los patrones de migración de los Cachalotes dependen del sexo y tamaño del cuerpo. Los juveniles y hembras migran desde latitudes medias a bajas latitudes, mientras que los machos más grandes migran a altas latitudes en verano. En invierno, ellos se distribuyen alrededor de latitudes medias y bajas (Best 1979, *fide* Hunt *et al.*, 2000).

Una asombrosa variedad de peces, cefalópodos y elementos que no son alimento, se han encontrado en el estómago de los Cachalotes alrededor del mundo. Cefalópodos (calamares y pulpos), sin embargo, se considera que son sus presas principales (Jefferson *et al.*, 1993).

3.3.2 Presa

Bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*).

El "Bacalao de profundidad" pertenece al grupo de los Notothenidos, peces esencialmente carnívoros, comúnmente llamados "tramas", que sólo se encuentran en el océano Austral (Eastman, 1990 *fide* Moreno *et al.*, 1997).

D. eleginoides no se encuentra en aguas más frías que 2°C, debido a que carece de antirefrigerante en su sangre y posee unos pocos glomérulos en sus riñones. Su hábitat es principalmente la masa de agua conocida como Aguas Antárticas Intermedias, a través de las cuales se extiende hacia el norte del continente polar. Se encuentra en las costas al Este y Oeste de Sudamérica, a lo largo de la costa chilena y peruana (al menos hasta frente al Callao). En el Océano Atlántico en la Patagonia Argentina y su talud continental hasta Uruguay y, alrededores de las Islas Malvinas y Banco Burwood. En la zona subantártica atlántica, alrededor de las islas Georgia del sur, Rocas Cormorán, islas Sándwich del Sur. En la zona subantártica del Océano Indico; en la Isla Kerguelén, alrededor de las islas Crozet, islas Príncipe Eduardo, isla Marión, Bancos Ob y Lena e islas Heard y McDonald. También existen áreas de distribución incierta, principalmente zonas cercanas al continente antártico como el límite sur de la Orcadas del Sur/Península Antártica y las áreas al sur de la Isla Kerguelén. Hallazgos recientes han sido informados en el talud de Sudáfrica y en el Plateau de Campbell al sur de Nueva Zelanda, como también el descubrimiento de una población más grande de lo pensado en la cresta de la Isla Macquaire (Moreno *et al.*, 1997).

Existe un registro excepcional de la captura de *D. eleginoides* en el hemisferio norte durante la pesca comercial de halibut en Groenlandia (Moller, *et al.*, 2003).

Las concentraciones de peces o caladeros interesantes desde el punto de vista pesquero se ubican alrededor de 1000 a 1500 m. Se estima que existe una estratificación por tamaño en relación con la profundidad, así los peces de menor tamaño y edad se encuentran en aguas menos profundas, ocurriendo lo contrario con peces de mayor tamaño y edad. También se han detectado que estos peces forman cardúmenes, separándose por sexo y tamaños o edad (Moreno *et al.*, 1997).

D. eleginoides es una especie carnívora cuya dieta esta compuesta de varios tipos de presa. Su fuente principal de alimento son los peces y en segundo lugar crustáceos y cefalópodos. La dieta de *D. eleginoides* varía de acuerdo con su tamaño y con el estrato de profundidad, tanto en aguas costeras como profundas (García de la Rosa *et al.*, 1997).

3.4 Pesquería y toma de datos.

Los datos analizados corresponden a los colectados en la zona de Chile en 5 buques (Isla Sofía, Polar Pesca I, Isla Santa Clara, Tierra del Fuego y Niño do Corvo). En la zona de Georgia del sur los datos corresponden a un buque (Argos Helena), en el cual me desempeñé como observador científico de CCAMLR.

El método de pesca utilizado por estos buques es el palangre español o también conocido como línea doble. La faena de pesca comienza con la puesta de una radio baliza en el mar la cual está acompañada de flotadores redondos llamados bolos. Estos, junto con la baliza, se encuentran unidos a un ancla o rezón por medio de una cuerda de polipropileno de un grosor variable que bordea los 18mm llamada **cala**. La cala variará para cada barco tanto como el largo que es dependiente de la profundidad

de la zona de pesca. Unido al ancla se encuentra una cuerda de menor grosor al de la cala llamada **retenida** (12mm aprox.). Esta se extiende en forma paralela a la línea con anzuelos, encontrándose unida a esta por medio de cuerdas llamadas **barandillos** o **brazoladas**, las que se encuentran separadas entre sí por distancias fijas. Para mantener una separación entre la retenida y la línea con anzuelos, se le agrega a esta última pesos (piedras) cada cierto número de metros, lo cual es variable en la pesca que se realiza en Chile, no así en la pesca realizada en Georgia del sur, en la cual está estipulado un peso mínimo de 6 Kg cada 20m o 8.5 Kg cada 40m por norma de CCAMLR (Medida de conservación 25-02 (2002)).

El proceso de **calado** que es el botado de la línea madre, se realiza a una velocidad constante entre 7 a 8 nudos aprox. La dirección en la que se hace el calado depende de las corrientes y el viento del lugar en el momento de calado. El rumbo del calado puede variar o no dependiendo de las características del fondo. El tiempo que dura el calado es dependiente del largo y del número de anzuelos que se calen. La faena terminará con el botado del ancla con su cala y la radiobaliza al otro extremo.

El proceso de **virado** que es la recuperación de la línea madre, comienza luego de un tiempo de reposo de esta en el agua. Se busca la radiobaliza y se alza a cubierta; a continuación se recoge la cala por medio de un halador hidráulico el cual es llamado **maquinilla**. Al llegar el ancla, ésta es retirada y la retenida es recogida por la maquinilla, al mismo tiempo que otro halador hidráulico, al cual llaman **carro**, recupera la línea madre. Es común la presencia de una persona al lado de donde se alza la línea madre, la que ayuda a levantar la pesca por medio de una vara con un gancho en uno de los extremos, (**bichero**).

Para el registro de los datos se utilizó formularios confeccionados para el proyecto FIP 2001-31, basados en los formularios del “Manual de datos de pesquería de CCAMLR”.

Para determinar la zona de trabajo se utilizó como referencia el punto de inicio de calado de la línea. También se registró la profundidad sobre la cual se trabajaba, el largo de la línea y el número de anzuelos que esta contenía por lance, además de la hora de inicio y fin de las faenas de pesca y el tiempo de observación de la línea durante el calado y el virado de ésta.

Durante la faena de virado se realizaba una observación directa de la línea por un periodo mayor a una hora, dónde se registraba el número de peces dañados. Enseguida se efectuaba un conteo de los mamíferos marinos que se encontraban alrededor del buque, para lo cual se usaba como plataforma de observación el puente de la nave desde donde en forma visual o con binoculares 10x50 (si las condiciones de mar y de visibilidad lo permitían) se iniciaba la observación que duraba entre 10 a 30 minutos. Para la identificación de mamíferos marinos observados durante la faena de virado se utilizó la guía de campo de Carwardine *et al.*, (2000) y la guía de identificación de especies de la FAO: Mamíferos Marinos del Mundo (Jefferson *et al.*, 1993), estimándose así el número total de mamíferos marinos presentes en la superficie. Del total de todas las observaciones realizadas en un lance, se consideró para el análisis de datos la observación con el máximo de individuos. Terminada la faena de pesca se registraba el número y peso total de la pesca el cual era obtenido del contra maestre de factoría del barco.

3.5 Análisis de datos

El programa estadístico S-PLUS 6.1 para Windows se utilizó en el análisis de los datos, por medio de un GLM (modelo lineal general) con el objetivo de determinar la influencia de los factores observados (tabla 1) en la variable respuesta (CPUE). El grado en que estos factores o combinación de estos se encontrarían relacionados para explicar nuestra variable respuesta, se determinó por medio del análisis de la desviación en donde mientras mayor sea la desviación asociada a cierto factor, mayor es la variabilidad que está explicando este factor.

Con el fin de ver que tan significativo es el aporte de cada factor, se utilizó una prueba de X^2 con un nivel de significancia de un 95 % ($p < 0.05$)

| Factor o variable explicativa del GLM | Niveles | |
|---------------------------------------|--|---|
| | Pacífico | Atlántico |
| Buque | A, B, C, D, E | N/A |
| Profundidad | Continua | Continua |
| Cachalote | "Presencia", "Ausencia" | "Presencia", "Ausencia" |
| Orca | "Presencia", "Ausencia" | "Presencia", "Ausencia" |
| Sector (Longitud) | "(-76,-74]", "(-74,-70]", "(-70,-66]" | "(-44,-42]", "(-42,-40]", "(-40,-38]", "(-38,-36]" |

Tabla 1.- Factores y variables explicativas con sus diferentes niveles utilizados en el análisis GLM para la CPUE, para los datos de la zona Pacífico (área Sur Austral de Chile) y la zona del Atlántico (Georgia del Sur).

4 RESULTADOS

Presencia de las especies.

De un total de 504 lances realizados por los buques de la flota chilena de altura en el área geográfica descrita, se registraron 358 lances. La especie con mayor presencia durante el virado de las líneas fue Cachalote. Estos animales alcanzaron porcentajes de hasta de un 61% de presencia durante el virado de la línea, en contraste con Orca sola, o en presencia simultánea con Cachalote, solo se llegó a un 22%, como se observa en la Tabla 2.

| | Buques | Periodo | | líneas observadas | Ausencia | | Presencia | | | | | |
|---|-------------------------|----------|----------|----------------------|----------|-----|-----------|-----|------|----|-------------------|-----|
| | | | | | especies | | Cachalote | | Orca | | ambas especies | |
| | | | | | n | % | n | % | n | % | n | % |
| 1 | Isla Sofía | 01/09/01 | 10/11/01 | 36 | 5 | 14% | 22 | 61% | 1 | 3% | 8 | 22% |
| 2 | Niño do corvo | 26/05/02 | 17/06/02 | 8 | 3 | 38% | 4 | 50% | 0 | 0% | 1 | 13% |
| 3 | Isla Santa Clara | 30/08/02 | 25/10/02 | 44 | 13 | 30% | 23 | 52% | 1 | 2% | 7 | 16% |
| 4 | Polar pesca l | 29/08/02 | 18/11/02 | 60 | 26 | 43% | 26 | 43% | 4 | 7% | 4 | 7% |
| 5 | Tierra del Fuego (1) | 28/08/02 | 23/10/02 | 49 | 21 | 43% | 26 | 53% | 0 | 0% | 2 | 4% |
| 6 | Tierra del Fuego (2) | 08/12/02 | 26/12/02 | 16 | 5 | 31% | 9 | 56% | 1 | 6% | 1 | 6% |
| 7 | Argos Helena | 21/06/03 | 30/08/03 | 145 | 75 | 52% | 55 | 38% | 9 | 6% | 6 | 4% |

Tabla 2.- Presencia y ausencia de Orca y Cachalote para los buques estudiados en el zona de Chile (1-6) y la zona de las islas Georgia del Sur (7), durante los años 2001,2002 y 2003.

El promedio de avistamientos de Cachalotes en los buques que realizaron faenas extractivas en área de Chile correspondió a 3.57 animales (Ds= 3.078) con un rango de 1-15 individuos. En el área de las islas Georgia del Sur el promedio de avistamientos de Cachalotes correspondió a 2.38 animales (Ds= 1.381), con un rango de 1-7 individuos. Para Orca el promedio de avistamientos en los buques en Chile correspondió a 3.14 animales (Ds= 1.069), con un rango de 1-4 individuos. En el área de Georgia del Sur el promedio de avistamiento fue de 8.1 Orcas (Ds= 8.810) con un rango de 2-30 individuos. Cuando se encontraron simultáneamente ambas especies durante el virado de la línea, el promedio de animales avistados fue de 4.72 animales (Ds= 4.37) para Cachalote con un rango de 1-12 individuos y 4.63 animales (Ds= 2.46) con un rango de 2-12 individuos para Orca. En la zona de Georgia del Sur para Cachalote los valores fueron 1.7 Ind. (Ds= 0.816) con un rango de 1-3 individuos y 12.8 Ind. (Ds= 11.72) con un rango de 3-30 individuos para Orca.

CPUE (Captura por unidad de esfuerzo).

La CPUE para la zona del Pacífico en el área Sur Austral de Chile fue inferior a un 50 % de la obtenida en el área de las islas Georgia del Sur. En ambas áreas la CPUE fue mayor en presencia de Cachalotes que en su ausencia, en cambio en presencia de Orcas la CPUE disminuyó en ambas áreas. La CPUE en presencia de ambas especies fue mayor que en ausencia en el área Sur Austral de Chile, no así en el área de las islas Georgia del Sur, en donde la CPUE fue menor en ausencia de animales (Tabla 3).

| Buques | Zona | CPUE | | | | | | | |
|-----------------------|-----------|---------------------|------------|----------------|----------|----------------|-----------|----------------------|-----------|
| | | Presencia Cachalote | n | Presencia Orca | n | ambas especies | n | ausencia de especies | n |
| Isla Sofía | CH | 10,36 | 22 | 5,71 | 1 | 20,57 | 8 | 7,76 | 5 |
| Niño do corvo | CH | 2,47 | 4 | 0 | 0 | 0,37 | 1 | 8,1 | 3 |
| Isla Santa Clara | CH | 17,31 | 23 | 8,68 | 1 | 11,26 | 7 | 24,82 | 13 |
| Polar pesca | CH | 22,2 | 26 | 9,35 | 4 | 19,07 | 4 | 12,75 | 26 |
| Tierra del fuego (1) | CH | 19,37 | 26 | 0 | 0 | 55,42 | 2 | 7,65 | 21 |
| Tierra del fuego (2) | CH | 14,7 | 9 | 23,75 | 1 | 24,65 | 1 | 10,27 | 5 |
| Media Pacífico | CH | 16.81 | 110 | 10.79 | 7 | 19.36 | 23 | 12.73 | 73 |
| Argos Helena | SG | 30,97 | 55 | 8,57 | 9 | 11,49 | 6 | 30,62 | 75 |

Tabla 3.- CPUE promedio de cada buque en presencia o ausencia de Orca y Cachalote para la zona de Chile (CH) y la zona de Georgia del Sur (SG).

Líneas depredadas y pesca dañada

Las líneas depredadas alcanzaron un 53% en el buque Isla Sofía en relación al número de líneas observadas en el área de Chile, en el área de Georgia del Sur este valor llegó solo a un 12 % como se observa en la tabla siguiente (Tabla 4).

| Líneas | Buques | | | | | | |
|---------------------|------------|---------------|------------------|---------------|----------------------|----------------------|--------------|
| | Isla Sofía | Niño do corvo | Isla Santa Clara | Polar pesca I | Tierra del Fuego (1) | Tierra del Fuego (2) | Argos Helena |
| observadas | 36 | 8 | 44 | 60 | 49 | 16 | 145 |
| depredadas | 19 | 0 | 10 | 9 | 5 | 4 | 17 |
| % depredadas | 53% | 0% | 23% | 15% | 10% | 25% | 12% |

Tabla 4.- Numero y porcentaje de líneas de pesca depredadas en los buques estudiados.

La existencia de líneas de pesca con peces mutilados siempre fue mayor en presencia de Orca para ambas áreas de pesca (tabla 5).

| Presencia o ausencia | Pacífico | | | Atlántico | | |
|-----------------------|----------|-------------------|-------|-----------|-------------------|-------|
| | Líneas | Líneas depredadas | | Líneas | Líneas depredadas | |
| Ausencia | 73 | 4 | 5,5% | 75 | 4 | 5,3% |
| Cachalote | 110 | 32 | 29,1% | 55 | 10 | 18,2% |
| Orca | 7 | 3 | 42,9% | 9 | 2 | 22,2% |
| Ambas especies | 23 | 8 | 34,8% | 6 | 1 | 16,7% |

Tabla 5.- Número y porcentaje de líneas depredadas en presencia o ausencia de Cachalote y Orca o ambas especies. Tanto en la zona del Pacífico como del Atlántico se presenta depredación en ausencia de las especies estudiadas.

El porcentaje de pesca mutilada en los lances depredados observados fue siempre bajo, excepto en el buque Tierra del Fuego (1) que llegó a un 16% (Figura 2).

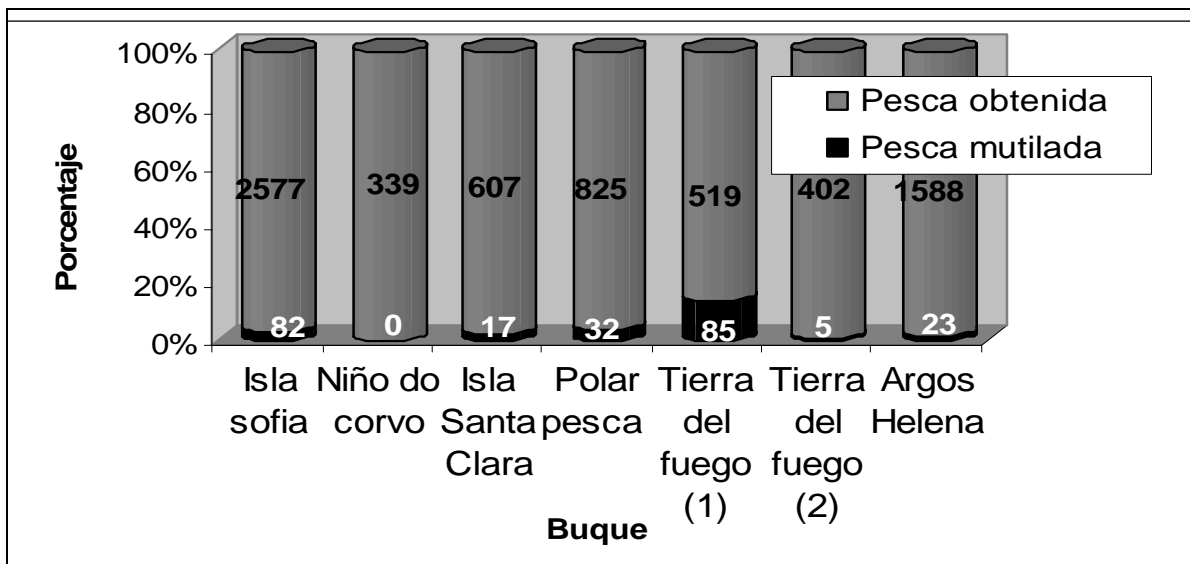


Figura 2.- Porcentaje de pesca obtenida de las líneas depredadas (plomo) y pesca mutilada (negro) con sus respectivos valores para cada buque, tanto en Chile (primeros 6 buques) como en Georgia del Sur (Argos Helena).

Análisis de la CPUE para ambas áreas estudiadas.

Área Sur Austral de Chile

La mayor variabilidad encontrada correspondió a los factores buque y profundidad siendo estas un 4.16% y un 3.16% respectivamente y la menor fue para el factor Orca, que correspondió a 0.01%. Esto representa la discrepancia existente entre la desviación residual de un modelo saturado (NULL) y la disminución de la desviación en un modelo con la inclusión de un factor, lo que puede señalarse como el aporte hecho por el factor para explicar nuestra variable respuesta.

Los valores de los factores Cachalote y sector se aportaron cerca de un 0.5 % de la variabilidad encontrada. Aunque estos valores fueron pequeños, la tabla 6 señala a estos factores como estadísticamente significativos.

Análisis de la tabla de Desviación

Modelo Poisson

Variable respuesta: CPUE

n= 192

| | GI | Desviación Resid. | GI | Resid. Dev | Pr(Chi) |
|-----------------|----|-------------------|-----|------------|-----------|
| NULL | | | 191 | 3545.913 | |
| Buque | 4 | 147.4668 | 187 | 3398.447 | 0.0000000 |
| Profundidad | 1 | 122.9469 | 186 | 3275.500 | 0.0000000 |
| Cachalote | 1 | 22.6162 | 185 | 3252.884 | 0.0000020 |
| Orca | 1 | 0.4696 | 184 | 3252.414 | 0.4931756 |
| Sector | 2 | 15.6965 | 182 | 3236.717 | 0.0003904 |
| Buque:Cachalote | 4 | 115.2836 | 178 | 3121.434 | 0.0000000 |
| Buque:Sector | 6 | 107.3208 | 172 | 3014.113 | 0.0000000 |
| Orca:Sector | 2 | 88.2187 | 170 | 2925.894 | 0.0000000 |
| Cachalote:Orca | 1 | 2.8292 | 169 | 2923.065 | 0.0925639 |

Tabla 6.- Desviación de residuales y prueba de Chi-cuadrado para los factores utilizados en el análisis de los datos de la zona Sur Austral de Chile.

La mayoría de los factores en forma independiente resultaron ser estadísticamente significativos excepto Orca, la cual solo en interacción con el factor Sector resulta estadísticamente significativo, no así con Cachalote que termina anulando su significancia.

La interacción de factores como Buque:Cachalote se incluyeron en la tabla 6 por encontrarse dentro de los mayores valores de desvianza en el análisis para el Área Sur Austral de Chile.

Área Isla Georgia del Sur

Los factores Orca y Sector aportan un 12.3% y 7.4% respectivamente de la variabilidad encontrada para la CPUE en el área de Georgia del Sur. El factor sector en interacción con otro factor (Cachalote o profundidad) aportaron en la disminución de la desvianza, pero al estar interactuando con Orca no se obtuvo una gran disminución de la desvianza como podía pensarse.

Análisis de la tabla de Desvianza

Modelo Poisson

Variable respuesta: CPUE

n =145

| | GI | Desvianza Resid. | GI | Resid. Dev | Pr(Chi) |
|--------------------|----|------------------|-----|------------|-----------|
| NULL | | | 144 | 2231.462 | |
| Profundidad | 1 | 45.8869 | 143 | 2185.575 | 0.000000 |
| Cachalote | 1 | 0.9193 | 142 | 2184.656 | 0.337657 |
| Orca | 1 | 274.7659 | 141 | 1909.890 | 0.000000 |
| Sector | 3 | 165.8514 | 138 | 1744.039 | 0.000000 |
| Profundidad:Sector | 3 | 97.6816 | 135 | 1646.357 | 0.000000 |
| Cachalote:Sector | 3 | 70.7600 | 132 | 1575.597 | 0.000000 |
| Orca:Sector | 2 | 39.4225 | 130 | 1536.175 | 0.000000 |
| Orca:Cachalote | 1 | 0.4074 | 129 | 1535.767 | 0.5232857 |

Tabla 7.- Desvianza de residuales y prueba de Chi-cuadrado para los factores utilizados en el análisis de los datos de la zona de Georgia del Sur.

El factor Cachalote tiene un aporte cercano a cero y no sería estadísticamente significativo y al interactuar con Orca anularía a ésta disminuyendo su aporte y la significancia de ambos. El resto de los factores y sus combinaciones (tabla 7) son estadísticamente significativos, pero explican menos de un 5 % de la variabilidad en conjunto.

La figura 3 gráfica la variación de la CPUE con respecto a la presencia o ausencia de las especies estudiadas. En el gráfico se observa que la media menor con respecto al resto de las variables fue en presencia de Orca.

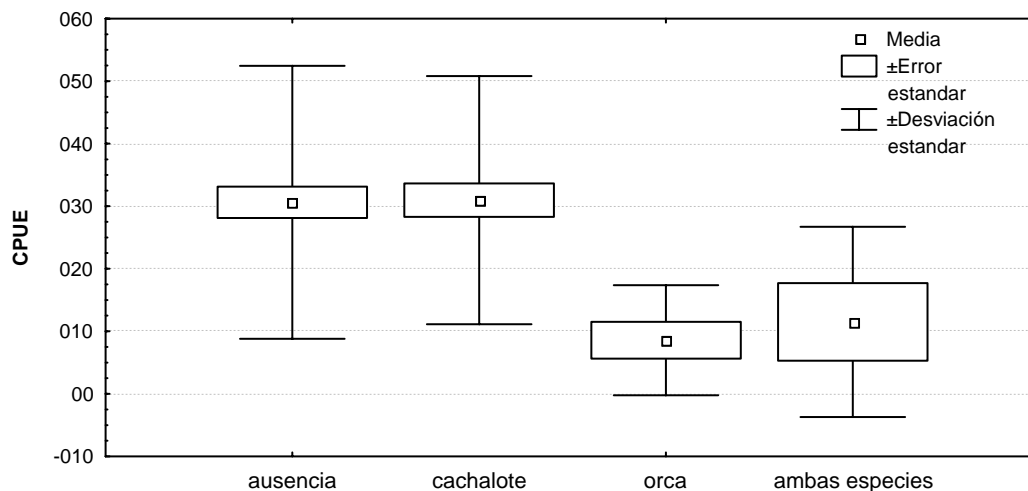
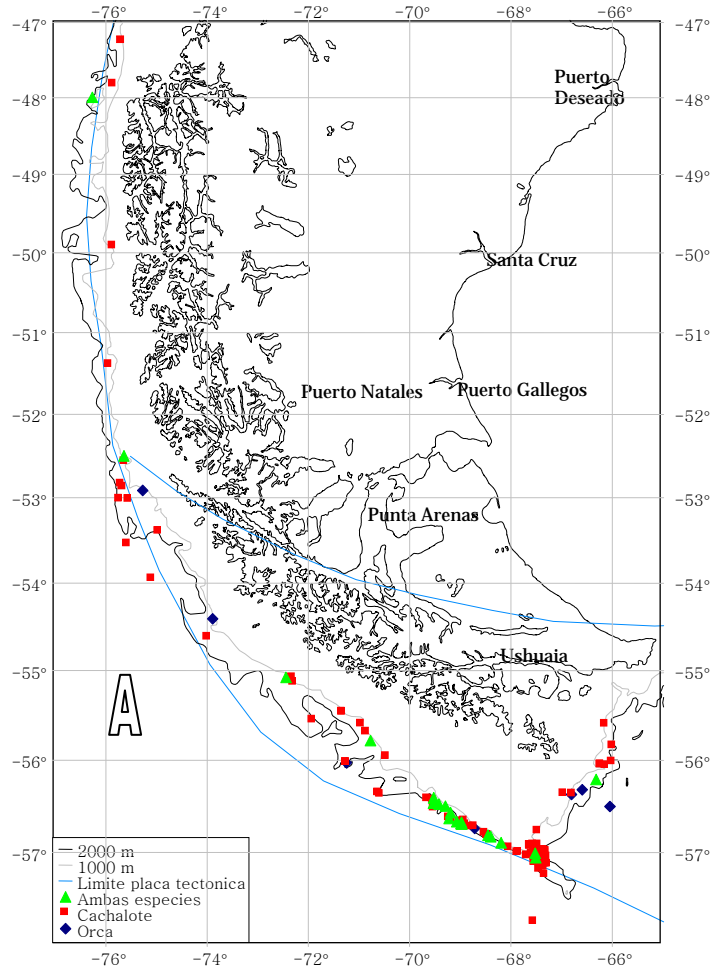


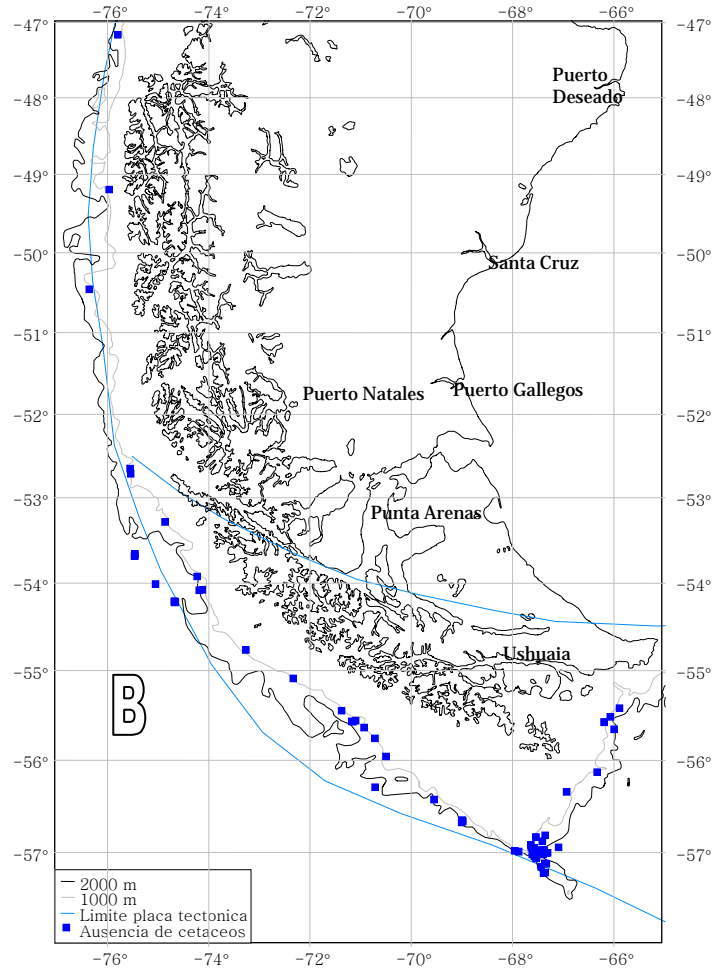
Figura 3.- Comparación de medias observadas para la CPUE en presencia y ausencia de Orca y Cachalote o ambas especies simultáneamente, en el área de Georgia del Sur, Atlántico.

La ubicación donde fueron efectuados los lances puede observarse en las figuras 4 y 5. La mayor proporción de los lances se ubicó entre los 1000 m y 2000 m de profundidad. También se observa una mayor presencia de Cachalote en la zona de mayor densidad de lances para el área del Sur de Chile, así como también para el área de las Georgia del Sur.



Scale: 1:8156168 at Latitude 0°

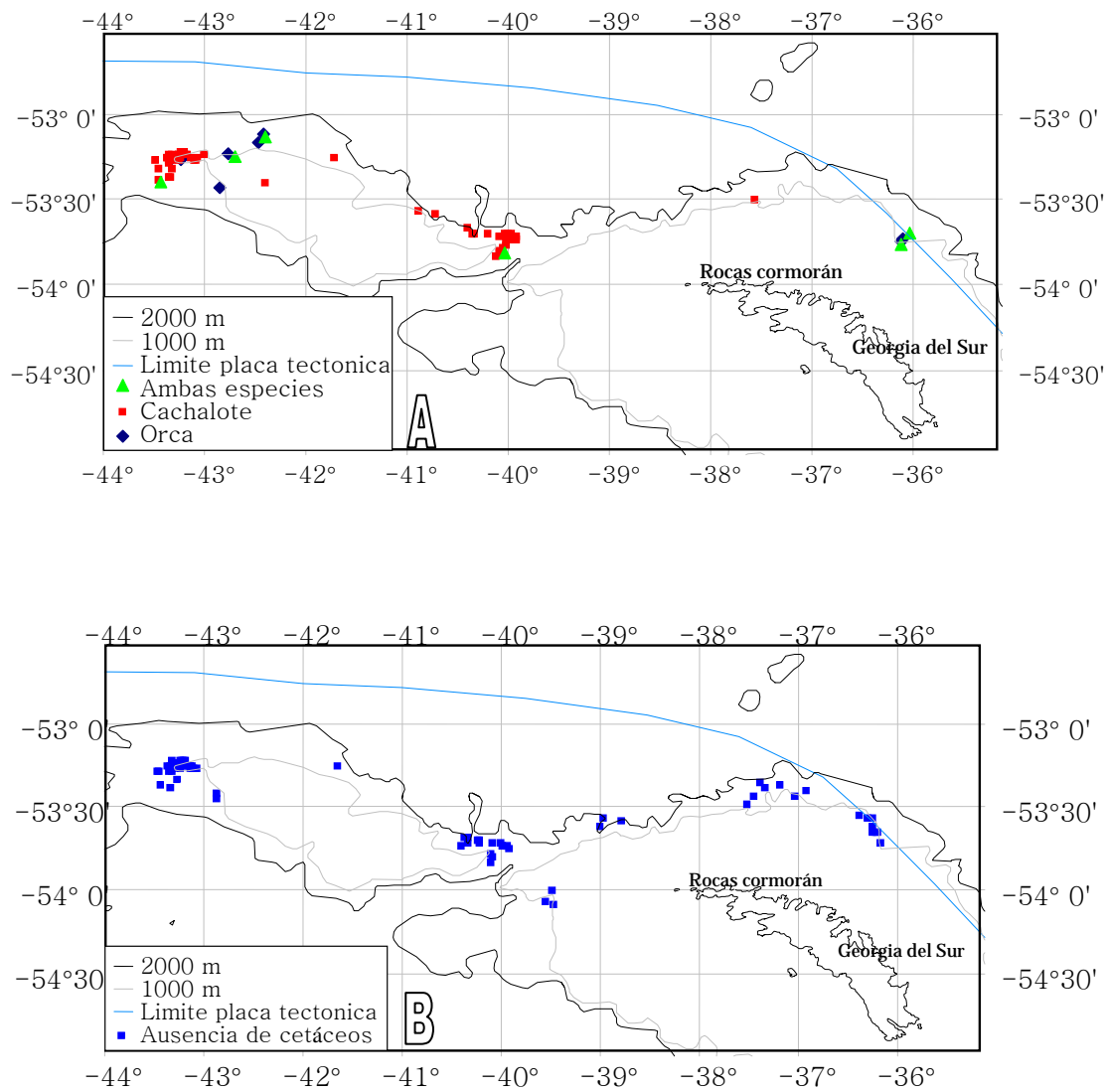
Source: NGDC.



Scale: 1:8156168 at Latitude 0°

Source: NGDC.

Figura 4.-Distribución de los lances realizados en Chile en presencia(A) y ausencia (B) de Orca o Cachalote en los embarques realizados el 2001 y 2002. **A:** Cuadrados: Cachalote, *Physeter macrocephalus*, Rombos: Orca, *Orcinus orca* y Triángulos: ambas especies simultáneamente; **B:** Cuadrados: ausencia de Cetáceos.



Escala: 1:6001197 a Latitud 0°

Fuente: NGDC

Figura 5.- Distribución de los lances realizados en el área de las Islas Georgia del Sur, en presencia(A) y ausencia (B) de Orca o Cachalote en los embarques realizados el 2001 y 2002. **A:** Cuadrados: Cachalote, *Physeter macrocephalus*, Rombos: Orca, *Orcinus orca* y Triángulos: ambas especies simultáneamente; **B:** Cuadrados: ausencia de Cetáceos.

5 DISCUSIÓN

La presencia de Orcas durante el virado de la línea en el área de Georgia del Sur (subarea 48.3, CCAMLR) se encontraría afectando estadísticamente la CPUE, no así la presencia de Cachalote. Esto no se repetiría en su totalidad en la zona del Pacífico frente a la costa chilena, en donde la presencia de Orca no se encontraría afectando la CPUE, en cambio, Cachalote se encontraría afectando estadísticamente la CPUE, pero el porcentaje de variabilidad explicada sería inferior al 1%.

Los resultados de este estudio corroboran los resultados obtenidos por Purves *et al.* (2002) para el área de Georgia del Sur en donde existe una disminución de la CPUE de un 55.6% ante la presencia de Orcas. Yano and Dahlheim (1995) obtuvieron resultados similares en la pesquería de 5 especies de peces en la zona del mar de Bering y Golfo de Alaska. Estos autores sugieren que esta activa depredación puede haber comenzado con el aprendizaje de las Orcas al asociar las operaciones pesqueras con una alimentación oportunística: esta tendencia no se repitió en la zona del Pacífico, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas en la CPUE en presencia o ausencia de Orcas, lo cual puede deberse a diferentes causas como:

- Un bajo número de avistamientos de Orcas posiblemente debido a las acciones tomadas por los pescadores. Al ubicar la presencia de Orca en el sitio de calado, estos optan por navegar y alejarse de las boyas y regresar luego para levantar la línea.
- Otra estrategia utilizada por los pescadores consiste en no volver a calar en el sitio donde se encontraron con Orcas, alejándose un día o más de navegación a otro sector para volver a calar. Sin embargo esta acción fue realizada en ambas zonas de pesca,

observándose diferentes resultados en relación al número de avistamientos de Orcas durante el virado de la línea.

Otra explicación para la disminución de la CPUE en presencia de Orcas en la zona de pesca de las islas Georgia del Sur, puede ser la presencia de un tipo particular de Orcas que se encontraría en esta zona durante el período de pesquería. Pitman and Ensor (2003), hacen una diferenciación de las Orcas según su pigmentación, hábitat, distribución y alimentación, basándose en la literatura de los datos de captura de las balleneras rusas y registros fotográficos de avistamientos hechos alrededor de la Antártida. Se han obtenido tres tipos o formas.

- El tipo A tiene un parche ocular mediano orientado paralelo al eje del cuerpo, sin mancha posterior a la aleta dorsal. Se encuentra principalmente fuera de la costa en agua libre de hielo. Tienen una distribución circumpolar y al parecer las presas principales serían Ballenas Minke Antárticas (*Balaenoptera bonaerenses*).
- El tipo B también tiene un parche ocular orientado paralelo al eje del cuerpo, pero el parche ocular es por lo menos dos veces más grande comparado a los del tipo A. Presenta mancha posterior a la aleta dorsal y principalmente habita en aguas cercanas a la costa; regularmente se encuentra asociada al pack-ice. Se distribuye alrededor del continente y regularmente es avistada en el área de la Península Antártica. Aunque pueden acceder a presas como la ballena Minke (*Balaenoptera acutorostrata*) y posiblemente ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), las focas parecen ser la presa objetivo más importante.
- El tipo C tiene una pequeña inclinación hacia abajo en la parte frontal del parche ocular y es de tamaño un poco menor que el del tipo B. Presenta mancha dorsal,

habita cerca de la costa y vive principalmente en el pack-ice. Se encuentra principalmente fuera del área Este de la Antártica. Se han registrado datos de alimentación solo de Bacalao de profundidad antártico (*Dissostichus mawsoni*).

Los autores Pitman and Ensor (2003) también señalan que existiría una posible migración estacional durante el invierno austral desde las aguas Antárticas hacia menores latitudes, esto se encuentra descrito para el tipo A , pero para el tipo B y C las características migratorias serían desconocidas.

Debido a la alimentación generalista de la Orca, ésta podría estar aprovechando la presencia de la pesquería de Bacalao de profundidad de una manera oportunística, ya que el período en el cual se otorga la licencia de pesquería para el área de las islas Georgia del Sur, corresponde a los meses en que transcurre el invierno Austral. No así para la zona Sur Austral de Chile, en la cual se impone una veda de captura para el Bacalao de profundidad durante este período. Por tanto, no se realizaron embarques en el área de Chile durante los meses de invierno.

Si bien el registro de líneas viradas con presencia de Cachalote fue mayor al número de líneas en ausencia de cetáceos en el área Sur Austral de Chile y de cerca de un 40%, para el área de Georgia del Sur, sólo se encontró que la presencia de Cachalote afectaba la CPUE en el Área Sur Austral de Chile. Al revisar el promedio de la CPUE en la mayoría de los buques en ambas zonas, se observa un alza en la tasa de captura en presencia de Cachalote; según Purves *et al.* (2002), esto indicaría que este animal tiende a congregarse en áreas donde se encuentra una alta densidad de *D. eleginoides*. Huckle-Gaete *et al.* (2004) postula la hipótesis que estos podrían ser lugares

tradicionales de alimentación para los Cachalotes, existiendo por ende una sobreposición espacio-temporal entre la pesquería y la alimentación del Cachalote.

Los antecedentes sobre la alimentación de Cachalote, provienen principalmente de la revisión de los contenidos estomacales de animales varados y Cachalotes cazados por las balleneras, antes de implementarse la moratoria de pesca para esta especie (Clarke, 1996; Santos *et al.*, 2002). Gran parte de la alimentación del Cachalote es principalmente teutófaga, llegando los cefalópodos a conformar más del 50% de su dieta (Perry *et al.*, 1999; Rocha, 2003). Santos *et al.* (2001) señala que el porcentaje de cefalópodos en la dieta de Cachalote para la Antártica correspondería a un 95%, indicando que las principales especies de calamares de las cuales se alimentaría el Cachalote, son *Mesonychoteutys hamiltonii* (Cranchiidae) y *Kondakovia sp.* (Onychoteuthidae). Xavier *et al.* (1999) indica que la familia Onychoteuthidae tendría una distribución principalmente en aguas subantárticas y subtropicales, y la familia Cranchiidae se encontraría principalmente en aguas antárticas y subantárticas.

Al observar los mapas de distribución de *M. hamiltoni* y *Kondakovia sp.* realizados por Xavier *et al.* (1999), se puede sugerir que existiría una sobreposición entre el área de pesca en Georgia del Sur con los lugares en donde se distribuyen las principales presas de Cachalote. El mismo autor señala posteriormente en un estudio reciente que para la zona de Georgia del Sur, la presencia del calamar *M. hamiltoni* en la dieta de *D. eleginoides* y un tentáculo de *M. hamiltoni* cogido por un anzuelo de la línea, probablemente alimentándose de *D. eleginoides*, puede indicar que los juveniles de *M. hamiltoni* son presa de *D. eleginoides* adultos y cuando *M. hamiltoni* alcanza el tamaño adulto, se vuelven predadores de *D. eleginoides* (Xavier *et al.*, 2002).

Rocha (2003) indica que la dominancia de ciertas especies en la dieta del Cachalote varía con la zona, pudiendo incluir otras especies como el calamar gigante (*Architeuthis* sp), el cual tiene distribución mundial, o la pota gigante (*Dosidicus gigas*) la cual se distribuye por todo el Este del Pacífico desde los 35° N hasta Tierra del Fuego. De esta forma, la presencia de alguna especie de calamar en el área Sur Austral de Chile (que se encuentra dentro de la dieta de Cachalote) respaldaría lo postulado por Hucke-Gaete *et al.* (2004) respecto a la sobreposición espacio-temporal de la pesquería con las zonas de alimentación del Cachalote en Chile.

Basándose en lo descrito por Xavier *et al.* (2002) sobre la posible existencia de una predación de adultos de *M. hamiltoni* sobre *D. eleginoides*, puede sugerirse que al ser recogida la línea con parte de su carnada y *D. eleginoides* capturados, podría provocar un acercamiento de *M. hamiltoni*. Esto podría responder que aunque existe una gran presencia de Cachalotes durante el virado de la línea esto no refleja una disminución en la CPUE. En el esquema de la figura 6 se observa que podría existir una relación indirecta entre la presencia de Cachalote y la pesquería, no siendo esta relación directa con la pesca si no que con los futuros stocks pesqueros.

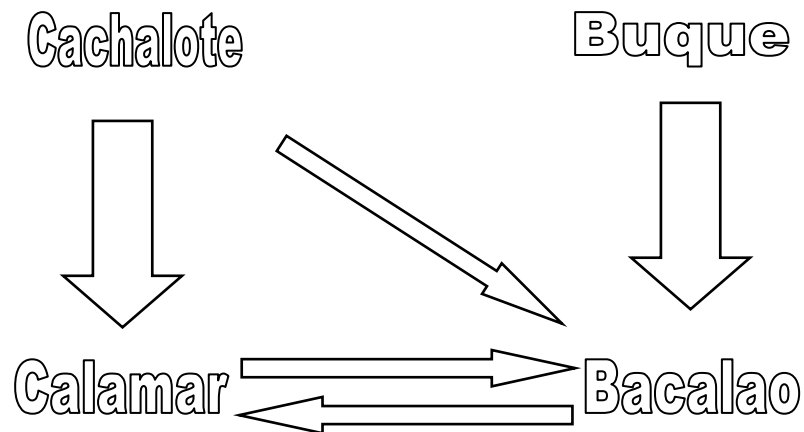


Figura 6.- Esquema de la posible relación que existiría entre la pesquería del Bacalao de profundidad y la alimentación teutófaga del Cachalote, el cual haría remoción de calamares de profundidad, adultos los que incluirían dentro de su dieta a juveniles de Bacalao, a su vez los Bacalao adultos depredarían sobre juveniles de calamar.

La CPUE tampoco se vió afectada al existir presencia de Orca y Cachalote al mismo tiempo en la zona de pesca. Esto pudo deberse a que existen casos documentados de interacción entre *P. macrocephalus* y *O. orca* (Nolan *et al.*, 2000, Pitman *et al.*, 2001) donde se señala la depredación por parte de Orca sobre Cachalote: de esta manera se disminuiría la interacción de Orca con la línea madre (cuando esta es halada).

La existencia de pesca mutilada en ausencia de Orca y Cachalote, puede deberse a la falta de una adecuada observación debido a la ausencia de luz, mal tiempo o la presencia de otro depredador como el tiburón de Groenlandia (*Somniosus*

microcephalus), el cual a sido capturado dentro de esta pesquería (C. Vera pers. comm.).

La variable profundidad tendría importancia para ambas zonas de pesca, influyendo en el aumento o disminución de la CPUE con respecto a la presencia de Cachalote y Orca para el área Sur Austral de Chile. Para el área de pesca de las Islas Georgia del Sur, la variable profundidad influiría en mayor medida que la presencia de Cachalote. Ya que los antecedentes existentes de concentraciones de peces y caladeros, interesantes desde el punto de vista pesquero, se ubican alrededor de los 1000 y 1500 m (Moreno *et al.* 1997), correspondiendo de esta forma a los lugares en donde se encontró ciertas alzas en la CPUE.

La variable Buque utilizada con los datos del área Sur Austral de Chile muestra que la CPUE es dependiente en mayor medida de la habilidad de pesca de la tripulación a bordo y la tecnología ocupada para desempeñar la pesca. A su vez, como en el área de Georgia de Sur los datos obtenidos correspondían a un solo buque, gran parte de la variabilidad explicada corresponde a la variable sector.

5.1 Proyección o pertinencia del trabajo

Los resultados obtenidos ayudan a entender en parte el efecto real que tienen Cachalote y Orca sobre la pesquería en ambas zonas estudiadas. Sin embargo, la realización de Censos y fotoidentificación de individuos, contribuirían al conocimiento y entendimiento de los patrones de migración de estos cetáceos, además de permitir conocer su abundancia y densidad. El conocimiento de esto constituiría un aporte

importante para llegar a entender mejor las relaciones tróficas existentes, lo cual favorecería un mejor manejo de los recursos pesqueros.

6 CONCLUSIONES

- La presencia de Cachalote durante el virado de la línea no es suficiente para suponer que la CPUE pueda verse afectada en gran medida en ambos sectores.
- La profundidad en que es realizada la pesca en el área Sur Austral de Chile es el factor que en mayor medida afecta la CPUE.
- El efecto de la presencia de Orca en Georgia del Sur sería determinante en la disminución de la CPUE, en comparación al sector y profundidad de calado.
- De acuerdo al análisis estadístico, se rechaza la hipótesis de que Orca y Cachalote tengan el mismo efecto sobre la CPUE en ambas zonas geográficas estudiadas.

7 LITERATURA CITADA

- Ashford, J.R., Rubilar, P.S. & AR Martin (1996) Interactions between cetaceans and longline fishery operations around South Georgia. *Marine mammals Science* 12(3): 452-457.
- Bearzi, G. (2002) Interactions between cetacean and fisheries in the Mediterranean Sea. In: G. Notarbartolo di Sciara (Ed.), *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies. A report to the ACCOBAMS Secretariat, Monaco, February 2002. Section 9, 20 pp.*
- Carwardine, M. (2002) *Whales Dolphins and Porpoises*. 2^a. Ed. Dorling Kindersley Publishing, New York. 256 pp.
- CCAMLR (2004) *Comision para la conservación de los recursos vivos marinos antarticos Lista de medidas de conservación vigentes (2004-2005) (Medida de conservación 25-02 (2002))*.
- Clarke, M. (1996) The Role of Cephalopods in the World's Oceans. *Biological Sciences*, Vol. 351,1053 -1065.
- Crespo, E. A., Pedraza, S. N., Dans, S. L., Koen Alonso, M., Reyes, L., García, N., Coscarella, M. and Schiavini, A. C. (1997) Direct and Indirect Effects of the Highseas Fisheries on the Marine Mammal Populations in the Northern and Central Patagonian Coast. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, Vol. 22: 189–207.
- Donoghue, M., Reeves, R. R. and Stone, G.S. (Eds.) (2003) *Report of the Workshop*

- on Interactions between Cetaceans and Longline Fisheries. Apia, Samoa: November 2002. *New England Aquatic Forum Series, Report 03-1*: 44 pp.
- Fertl, D. and Leatherwood, S. (1997) Cetacean Interactions with Trawls: A Preliminary Review. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, Vol. 22: 219–248
- Fertl, D. (2002) Interference with fisheries En: Perrin, W. F., Würsig, B. and Thewissen, J.G.M. (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals* Academic Press, 2002. 438-442
- García de la Rosa, S. B., Sánchez, F. and Figueroa, D. (1997) Comparative Feeding Ecology of Patagonian Toothfish (*Dissostichus eleginoides*) in the Southwestern Atlantic. *CCAMLR Science*, Vol.4: 105-124.
- Hill, P. S., J. L. Laake, and E. Mitchell. 1999. Results of a pilot program to document interactions between sperm whales and longline vessels in Alaska waters. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-108, 42 p.
- Hucke-Gaete, R., Moreno, C.A. and Arata, J.A. (2004) Operational Interactions of Sperm Whale and Killer Whales with the Patagonian Toothfish Industrial Fishery off Southern Chile *CCAMLR Science*, Vol.11: 127-140
- Jefferson, T., Leatherwood, S. and Webber, M. (1993) FAO Species identification guide. *Marine Mammals of the World*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 320pp.
- Moller, P.R., Nielsen, J.G. and Fossen, I. (2003) Patagonian toothfish found off Greenland: This catch is evidence of transequatorial migration by a cold-water Antarctic fish. *Nature* Vol. 421. 599

- Moreno, C.A, Rubilar, P.S. and Zuleta, A. (1997) Ficha Técnica del Bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides*, Smitt 1898. Document WG-FSA-97/42.CCAMLR, Hobart, Australia.
- Nolan, C.P., Liddle, G.M. and Elliot, J. (2000) Interactions between Killer Whales (*Orcinus orca*) and Sperm Whales (*Physeter macrocephalus*) with a Longline Fishing Vessel. *Marine mammals Science* 16: 658-664.
- Perry, S. L., DeMaster, D. P. and Silber, G. K. (1999) The Great Whales: History and Status of six Species Listed as Endangered under the U.S. Endangered Species Act of 1973. *Marine Fisheries Review* 61, 74pp.
- Hunt, G.L., Kato, Jr. H. and McKinnell, S. M. (Eds.) (2000) Predation by Marine Birds and Mammals in the Subarctic North Pacific Ocean. PICES Scientific Report No. 14 164 pp.
- Pitman, R. L., Ballance, L.T., Mesnick, S.I. and Chivers, S. J. (2001). Killer whale Predation on Sperm Whales: Observations and implications. *Marine Mammal Science* 17, 494-507.
- Pitman, R.L. and Ensor, P. (2003) Three forms of orcas (*Orcinus orca*) in Antarctic waters. *J. Cetacean Res Manage.* , 5(2): 131-139.
- Purves, M.G., Agnew, D.J., Bulguerías, E., Moreno, C.A. and 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*, Vol.11: 111-126

- Rocha, F. (2003) Libro de Curso de Postgrado Biología, Ecología, Cultivo, y Pesquerías de Cefalópodos Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Santos, M.B., Clarke, M.R. and Pierce, G.J. (2001) Assessing the importance of cephalopods in the diets of marine mammals and other top predators: problems and solutions. *Fisheries Research* 52. 121-139.
- Santos, M.B., Pierce, G.J., Garcia Hartmann, M., Smeenk, C., Addink, M.J., Kuiken, T., Reid, R.J., Patterson, I.A.P., Lordan, C., Rogan, E. and Mente, E. (2002) Additional notes on stomach contents of sperm whales *Physeter macrocephalus* stranded in the north-east Atlantic. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 82, 501-507.
- WDCS (Whale and Dolphin Conservation Society) (2002) *Orcinus orca* a Species Complex. document of The Cetacean conservation work of WDCS 31pp.
- Yano, K., and Dahlheim, M.E. (1995)¹Behavior of Killer Whales *Orcinus orca* during Longline Fishery Interactions in the Southeastern Bering Sea and Adjacent Waters. *Fisheries Science* 61 (4), 584-589.
- Yano, K., and Dahlheim, M.E. (1995). Killer whale, *Orcinus orca*, depredation on Longline catches of bottomfish in the southeastern Bering Sea and adjacent waters. *Fishery Bulletin* 93:355-372.
- Xavier, J.C., Rodhouse, P.G., Trathan, P.N. and Wood, A.G. (1999) Short note A Geographical Information System (GIS) Atlas of cephalopod distribution in the Southern Ocean. *Antarctic Science* 11 (1):61-62.
- Xavier, J.C., Rodhouse, P.G., Purves, M.G., Daw, T.M., Arata, J. and Pilling, G.M. (2002) Distribution of cephalopods recorded in the diet of the Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) around South Georgia. *Polar Biol* (2002) 25: 323–330