



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**ECOLOGÍA POBLACIONAL DE LA TONINA OVERA Cephalorhynchus
commersonii (LACÉPÈDE, 1804) EN EL LITORAL PATAGÓNICO**

Tesis presentada para optar por el título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires
en el área Biología

Lic. Susana Noemí Pedraza

Director de tesis: Dr. Enrique Alberto Crespo

Consejero de estudios: Dr. Axel O. Bachmann

Lugar de trabajo: Centro Nacional Patagónico - CONICET

Puerto Madryn, Chubut

Buenos Aires, 2007

ECOLOGÍA POBLACIONAL DE LA TONINA OVERA Cephalorhynchus commersonii (LACÉPÈDE, 1804) EN EL LITORAL PATAGÓNICO

Resumen

La tonina overa ha sido catalogada como “insuficientemente conocida”. El desconocimiento de gran parte de su biología y ecología motiva la búsqueda de elementos con los cuales determinar el estado de la especie en el Atlántico sur. El objetivo de este trabajo es evaluar la dinámica poblacional de la tonina overa a través del estudio del patrón de distribución y abundancia en la plataforma continental argentina; la posible existencia de más de una unidad poblacional; el crecimiento y dimorfismo sexual y por último el análisis de la estructura de edades.

La tonina overa se distribuye en el Atlántico Sur entre 43°S y 55°S; el límite al este es difuso. Los frentes costeros afectan la densidad y abundancia de sus presas y determinan una distribución agregada en la tonina overa. Se estimaron 40.000 individuos entre la costa y la isobata de 100m y entre 43°S y 55°S . Los análisis craneométricos, de asimetrías fluctuantes y antisimetrías, junto con los estudios de parasitofauna y dieta apoyan la existencia de dos stocks biológicos. El análisis del crecimiento determina que las hembras son más grandes que los machos a la misma edad. El análisis de elasticidad indica que pequeños cambios en la supervivencia de los juveniles pueden afectar marcadamente el crecimiento poblacional. Se puede considerar que la población se encuentra actualmente en un estado estacionario.

Palabras Clave: Patrón de distribución. Factores bióticos y abióticos determinantes de la distribución. Estimación de abundancia. Stocks biológicos y ecológicos. Análisis discriminante. Antisimetrías y Asimetrías Fluctuantes. Crecimiento individual. Dimorfismo sexual. Estructura de edades. Análisis de elasticidad.

POPULATION ECOLOGY OF THE COMMERSONII DOLPHIN *Cephalorhynchus commersonii* (LACÉPÈDE, 1804) ALONG THE PATAGONIAN LITTORAL

Abstract

The Commerson's dolphin has been catalogued as "insufficiently known". The lack of knowledge about its biological and ecological aspects prompts the search for elements that aid in determining the species status in the South Atlantic. The aim of this work is to evaluate the population dynamics of the Commerson's dolphin through the study of the distribution and abundance patterns on the Argentine continental shelf; the possible existence of more than one population unit; growth and sexual dimorphism and, finally, the analysis of the age structure of the population.

Commerson's dolphins is an endemic species that inhabits between 43°S and 55°S in the southwestern south Atlantic with an unclear offshore border. Coastal fronts affect the density and abundance of their food resources and determine the distribution pattern of the species. A figure of forty thousand individuals was estimated between the coastline and the 100m isobath, from 43°S to 55°S. The fluctuating asymmetry and antisymmetry craniometric analyses, together with the parasitofauna and diet studies, support the existence of two biological stocks. The growth analysis determines that females are bigger than males at the same age. The elasticity analysis indicates that small changes in the juvenile survival may remarkably affect the population increase. On the base of the information gathered, the population may be on a stationary condition at present.

Keywords: Distribution pattern. Biotic and abiotic distribution determining factors. Abundance estimation. Biological and ecological stocks. Discriminant analysis. Antisymmetry and Fluctuating Asymmetries. Individual growth. Sexual dimorphism. Age structure. Elasticity analysis .

AGRADECIMIENTOS

Hay recuerdos que no voy a borrar
Personas que no voy a olvidar
Hay aromas que me quiero llevar
Silencios que prefiero callar

.....
Hay secretos en el fondo del mar
.....

Fito Paez

En primer lugar quiero mencionar a tres docentes que, en distintas etapas de mi vida, determinaron lo que soy hoy como profesional; dos de ellos ya no están pero estoy segura que desde algún lugar sonríen. Ellos son: la Srta. Llaona, profesora de 1^{er} año de la escuela secundaria que me transmitió el gusto por las Matemáticas; el Dr. A. Bachmann junto a quien aprendí a descubrir los secretos de la naturaleza, a mirar con ojos de niño el mundo que me rodea y nunca dejar de sorprenderme, supo acompañarme durante mi paso por la Universidad; el Dr. E. Flichman que me hizo descubrir las maravillas de la Filosofía y aprender a observar con mirada crítica el paradigma de la Biología. A los tres muchas gracias y ojalá al final del camino alguien me recuerde con el mismo amor y respeto con que yo los recuerdo.

Es probable que en lo que sigue olvide a alguien, son muchas las personas e instituciones que aportaron para que este trabajo fuera realidad. Las omisiones no son adrede, son producto de la edad.

Gracias al Ing. H. Bersan, quien siendo Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia, me brindó apoyo económico para que pudiera asistir a los cursos de postgrado. Gracias a los docentes de dichos cursos por los conocimientos brindados. Gracias a la Facultad de Cs. Exactas y Naturales (UBA) por la formación brindada

Al Dr. Natalie Goodall, un agradecimiento especial por permitirme trabajar con su colección de cráneos de tonina overa, a más de dejarme acceder a toda la información necesaria para llevar adelante este trabajo. Gracias Natalie no sólo por lo ya mencionado sino también por tu amistad. A mi amigo el Dr. Adrián Schiavinni, gracias por las discusiones y el apoyo logístico brindado en mis viajes a Ushuaia, y a su familia por el afecto brindado.

Al Dr. E. A. Crespo y la Dr. S. L. Dans gracias por su ayuda en la determinación de las edades. Al Lic. N. A. García gracias por su ayuda en la determinación del material de las presas de la tonina overa, sin su apoyo el análisis de la dieta no hubiera sido posible. A la Dr. S. L. Dans también quiero agradecerle por brindarme la información relacionada con el análisis de gónadas. A la casi Dr. B. Verón Bera gracias por compartir el maravilloso proceso de enseñar-aprender donde juntas descubrimos algunos de los secretos de los parásitos de la tonina, gracias también al Dr. J. A. Raga por ayudarnos en este proceso.

A mis amigos de Brasil, al Dr. P. G. Kinas por la ayuda en los estudios de crecimiento y análisis de asimetrías fluctuantes a través de su enseñanza del “R”, y por

las productivas discusiones. Al Dr. E. R. Secchi y la Dr. E. Slooten por permitirme trabajar con los datos del delfín de Héctor para realizar el estudio de crecimiento.

Al Dr. M. Coscarella gracias por su ayuda incondicional con los mapas, por la información no publicada de su beca posdoctoral que me permitió usar enriqueciendo algunas de las discusiones. Gracias también por compartir el frío en la Casa de Huesos, y por sobre todo gracias por la risa.

A mi amiga la Dr. Elsa Fernández gracias por las charlas sobre álgebra matricial en particular sobre el análisis de elasticidad. Gracias también por alentarme a seguir cuando las fuerzas me abandonaban. Y más allá de todo esto gracias por tu amistad desinteresada.

A los Dres. A. E. Gozstonyi y S. L. Dans gracias por la lectura crítica del Capítulo 1 y por los aportes que realizaron. Al Dr. P. Yorio por el aliento constante.

Agradezco también al Laboratorio de Mamíferos del CENPAT donde se llevo adelante el presente trabajo, por todo el apoyo brindado. A las Facultades de Cs. Naturales y de Ingeniería, de la Universidad Nacional de la Patagonia por su apoyo.

Esta tesis fue llevada adelante gracias a los aportes de distintos Proyectos:
Universidad Nacional de la Patagonia PI 143, 195, 278, 427, 569.
Programa de Cooperacion Cientifica con Iberamerica 95-97
ANPCyT 04025 Y 04030 2000-2002, ANPCyT 11679 2004-2007
Plan de Manejo de la Zona Costera Patagonica, FPN 1993-1997.
Proyecto PNUD ARG-02/018. 2005-2007.
II Convocatoria de Ayudas a la Investigación en Biología de la Conservación de la Fundación BBVA. 2005-2008
Fundación Vida Silvestre Argentina 99-00, 2004-2007

Un agradecimiento especial a mi director el Dr. E. A. Crespo por permitirme llevar adelante este trabajo dentro de su grupo de investigación. Por la lectura crítica de la tesis y por las discusiones que llevaron siempre a un aprendizaje.

Para mi amigo el Dr. M. Koen Alonso, un agradecimiento especial, los dos podemos decir “contigo aprendí...”, gracias por permitirme usar información de la tesis para enriquecer el análisis de los estudios de ecología trófica, gracias por conseguirme velozmente las separatas que se convertían en cruciales en determinados momentos. Pero por sobre todas las cosas gracias por tu sincera amistad.

A mis compañeros de oficina Mariano y Javier gracias por soportar mis cambios de humor y por alentarme a seguir. Gracias por las discusiones, siempre salía algo en limpio que permitía seguir.

A mi amiga Silvina gracias por haber estado cuando todo parecía desmoronarse y gracias por seguir estando. A mi amigo Marcelo, a pesar de que un día decidiste partir sin decir adiós, gracias tu amistad fue muy importante para que este trabajo fuera realidad. A Mabel, Jorge y Noemí gracias por estar, siempre incondicionales en su amistad.

A mi familia toda, hijos, padres y hermanos gracias por su amor incondicional, muchas gracias. A mi nieto Facundo gracias por alegrarle las horas a está "Abu", cuando viene cansada de trabajar, gracias por tu sonrisa y todo lo que conlleva.

. . .
Caminante, son tus huellas
el camino y nada más;
caminante, no hay camino,
se hace camino al andar.

Al andar se hace camino
y al volver la vista atrás
se ve la senda que nunca
se ha de volver a pisar.

Caminante no hay camino
sino estelas en la mar...

Antonio Machado

Para Noemí y Juan que creyeron que
se podía, y nos dejaron a sus hijos la
mejor herencia, la Educación.
Para mis hijos Paola, Sebastián,
Javier y Tamara el mejor regalo que
me dio la vida y que me enseñaron a
hacer el camino

INDICE

INTRODUCCIÓN GENERAL	1
Utilización de los mamíferos marinos	1
Estado de la situación de los mamíferos marinos en el Mar Argentino	3
La tonina overa: caso de estudio	4
Objetivos	6
Referencias	8
Capítulo 1	13
DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA	13
Introducción	13
Materiales y Métodos	17
• Distribución	17
• Abundancia	18
Métodos de relevamiento:	18
Análisis de los datos:	28
Resultados	31
• Distribución	31
• Abundancia	42
Discusión	55
Referencias	65
ANEXO I	72
Capítulo 2	73
DETERMINACIÓN DE STOCKS	73
Introducción	73
Materiales y Métodos	78
• Craneometría	79
Datos	79
Análisis de Datos	82
• Ecología Parasitaria	90
Datos	90
Análisis de Datos	90
• Ecología Trófica	92
Datos	92
Análisis de Datos	93
Resultados	96
• Craneometría	96
Análisis sin homogeneizar por edades	98
Análisis con la muestra homogeneizada por edades	101
Asimetría Fluctuante	104
• Ecología Parasitaria	112
• Ecología Trófica	117
Discusión	122
Referencias	130
ANEXO I	139

Capítulo 3	143
CRECIMIENTO Y DIMORFISMO SEXUAL	143
Introducción	143
Materiales y Métodos	149
Resultados.....	152
Discusión	159
Referencias	164
Capítulo 4	167
ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA POBLACIONAL.....	167
Introducción	167
Materiales y Métodos	170
• Proporción Sexual	170
• Tabla de Vida.....	170
• Proyección Poblacional.....	173
Resultados.....	175
• Proporción Sexual	175
• Tablas de Vida.....	177
• Proyección Poblacional.....	181
Discusión	185
Referencias	190
ANEXO I	193
ANEXO II	197
ANEXO III	201
ANEXO IV.....	205
Capítulo 5	209
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	209
Conclusiones	209
Recomendaciones.....	212

INTRODUCCIÓN GENERAL

UTILIZACIÓN DE LOS MAMÍFEROS MARINOS

La conservación de la vida silvestre, y de los mamíferos marinos en particular, es un proceso continuo, cuyas medidas de conservación en vigencia necesitan ser evaluadas y reevaluadas, y ante problemas nuevos se hace necesario desarrollar nuevas aproximaciones. Como ejemplo basta mencionar el calentamiento global, la contaminación provocada por ruidos de baja frecuencia y fuentes de sonido de gran amplitud, junto con una reducción de la disponibilidad de presas y exposición a productos químicos tóxicos, todos problemas que han surgido en las últimas décadas (Bearzi *et al.*, 2001; Gordon y Moscrop, 1996; O'Shea *et al.*, 1999; Reijnders *et al.*, 1999).

La reducción de la abundancia de las presas como resultado de su sobreexplotación (Bearzi *et al.*, 2001), los efectos directos de la contaminación sobre la salud y la reproducción (O'Shea *et al.*, 1999; Reijnders *et al.*, 1999) y los disturbios causados por el ruido provocado por el tráfico de embarcaciones y la actividad industrial (Gordon y Moscrop, 1996; Würsig y Richardson, 2002) han suscitado la atención de los especialistas en mamíferos marinos en las últimas décadas.

Los mamíferos marinos se han relacionado con el hombre desde comienzos de la humanidad. Esta relación fue desde un comienzo de tipo consuntivo. Se los cazaba por el cuero, el aceite y la carne (Bonner, 1982) y comprende cuatro etapas: a) caza de subsistencia; b) caza comercial; c) captura incidental y competencia por los recursos del mar; d) desarrollo del "ecoturismo"¹.

La primera se corresponde con la caza de subsistencia, distintos pueblos la han practicado y algunos la continúan practicando en la actualidad (Crespo y Hall, 2001; IWC, 2002). La segunda etapa se corresponde con la caza comercial; actividad que llevó al borde de la extinción a muchas especies (como el caso de la ballena azul, *Balaenoptera musculus*). A partir del último cuarto del siglo pasado se observó una tendencia hacia la conservación de los mamíferos marinos, por lo que se adoptaron

¹ Ecoturismo: turismo de la naturaleza

medidas de protección para aquellas especies que presentaban estados de conservación críticos. Estas medidas han permitido que muchas de las especies se hayan recuperado.

A pesar de la aparición de una conciencia y de políticas conservacionistas del medio ambiente en general, y de los mamíferos marinos en particular, los problemas no desaparecieron sino que cambiaron. El hombre pasó de ser un predador a ser un competidor por los recursos del mar (Gulland, 1986; Pryor y Norris, 1991). El desarrollo de las grandes pesquerías industriales en el ámbito mundial dio lugar al inicio de la tercera etapa de la relación del hombre con los mamíferos marinos, junto con la aparición de nuevas problemáticas asociadas con la conservación de los primeros. Por un lado la captura incidental se convirtió en un grave problema para los pequeños cetáceos (Alverson *et al.*, 1994; Pryor y Norris, 1991). Ello motivó el desarrollo de medidas de mitigación que fueron adoptadas en algunas de las pesquerías que presentaban mayores riesgos (pesquería del atún tropical en el océano Pacífico), aunque fundamentalmente en los países en desarrollo otras pesquerías continúan produciendo mortalidad por captura incidental sobre poblaciones de pequeños cetáceos (por ejemplo sobre la franciscana, *Pontoporia blainvillei*, tanto en Brasil como en Argentina). Por otro lado las pesquerías industriales impactaron negativamente en la dinámica de las poblaciones explotadas, provocando una disminución de la biomasa de los stocks explotados (merluza del cabo *Merluccius capensis* en Sud África). Esta disminución de la biomasa de los recursos pesqueros puede provocar efectos negativos sobre las poblaciones de mamíferos marinos que comparten estos recursos con la pesquería.

La cuarta etapa en la relación del hombre con los mamíferos marinos está asociada con el desarrollo del “ecoturismo”, en particular la relacionada con la observación de fauna desde áreas costeras. Si bien esta actividad no es consuntiva, y por lo tanto sus efectos no son directos, los efectos indirectos que se pueden presentar, a largo plazo, están asociados fundamentalmente con la reducción del hábitat y cambios en los parámetros poblacionales (Coscarella, 2005; IFAW; 1995).

En la actualidad hay especies que presentan efectos combinados de algunas de las etapas, como es el caso del delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*) que presenta

capturas dirigidas en Perú (Alverson *et al.*, 1994), capturas incidentales en Argentina (Dans, 1999), y por otro lado es objeto de explotación turística con avistamientos desde embarcaciones en Nueva Zelanda (Constantine y Baker, 1997) y en Argentina (Coscarella *et al.*, 2003).

El primer Plan de Acción de Cetáceos de IUCN (Perrín, 1988, 1989) intentó llamar la atención de los conservacionistas sobre aproximadamente 70 especies de pequeños y medianos cetáceos. El segundo Plan de Acción puso el énfasis en las poblaciones de cetáceos de agua dulce y los costeros, que se encuentran en mayor riesgo. La vulnerabilidad de estos animales está asociada a una distribución geográfica restringida, con restricciones en el uso del habitat, y una dependencia de recursos que son usados intensamente por el hombre. Algunas especies han experimentado alta mortalidad debido a enmallamientos accidentales en artes de pesca. Como caso particular cabe mencionar que en algunos países como Perú (Read *et al.*, 1988; Van Waerebeeck *et al.*, 1997), Sri Lanka (Leatherwood *et al.*, 1992; Dolar *et al.*, 1994) y al oeste de África las capturas incidentales han dado lugar a la comercialización de los cetáceos (Van Waerebeek y Ofori-Danson, 1999). El “culling”², inspirado en la creencia que los cetáceos son los responsables de la declinación de algunas pesquerías, continuó hasta principios de los 90 en Japón (Kasuya, 1985; Anónimo, 1992; Kishiro y Kasuya, 1993) y posiblemente en otros países como Filipinas y Turquía (Earle, 1996; Northridge y Hofman, 1999).

ESTADO DE LA SITUACIÓN DE LOS MAMÍFEROS MARINOS EN EL MAR ARGENTINO

En el mar Argentino habita una serie de especies de pequeños cetáceos. En particular en las aguas que bordean las costas patagónicas se encuentran el delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*) y el delfín austral (*L. australis*); la marsopa espinosa (*Phocoena spinipinis*) y la marsopa de anteojos (*P. dioptrica*); la tonina overa (*Cephalorhynchus commersonii*); el delfín común (*Delphinus. delphis*), la franciscana (*Pontoporia blainvillei*) y el delfín nariz de botella (*Tursiops Truncatus*). Algunas de estas especies tienen interacciones con el hombre; éstas pueden ser directas o indirectas.

² Culling: medida de manejo cuyo fin es la reducción en número de una población.

Las interacciones directas implican captura incidental, daños al arte de pesca o daños a las capturas pesqueras. Mientras que las interacciones indirectas se producen a nivel trófico, e implican competencia, predación y transmisión de parásitos de un nivel trófico a otro (Dans *et al.*, 2003b; Marsh *et al.*, 2003) . El delfín oscuro (*L. obscurus*), la marsopa espinosa (*P. spinipinis*), el delfín común (*Delphinus delphis*), la tonina overa (*C. commersonii*) y el delfín austral (*L. australis*) son especies que sufren tanto efectos directos como indirectos a partir de su interacción con las pesquerías que operan en el mar Argentino (Crespo *et al.*, 1994; Corcuera, 1994; Corcuera *et al.*, 1994; Goodall *et al.*, 1995; Crespo *et al.*, 1997; Dans *et al.*, 1997; Crespo *et al.*, 2000; Dans *et al.*, 2003a; Dans *et al.*, 2003b). El caso de la franciscana es quizás el más paradigmático. Es una especie que sufre capturas incidentales en redes agalleras en la provincia de Buenos Aires (Crespo *et al.*, 1994; Corcuera, 1994; Corcuera *et al.*, 1994). Se ha sugerido que las tasas de mortalidad incidental son muy altas, pero los valores que éstas toman a lo largo del tiempo son variables (Crespo *et al.*, en evaluación). El delfín oscuro, como ya se ha mencionado es objeto de explotación turística en aguas del Golfo Nuevo (Chubut, Argentina).

LA TONINA OVERA: CASO DE ESTUDIO

El género *Cephalorhynchus* incluye cuatro especies conocidas de pequeños delfines, cada una endémica de diferentes regiones de aguas templado frías a subantárticas del hemisferio sur: *Cephalorhynchus eutropia* o delfín chileno, que habita en el Pacífico sur en la costa chilena desde Valparaíso hasta el Estrecho de Magallanes; *Cephalorhynchus heavisidii* confinado a aguas costeras del oeste de África del sur; y *Cephalorhynchus hectori* que habita en aguas costeras de Nueva Zelanda. La tonina overa (*Cephalorhynchus commersonii*) es la especie que presenta la distribución más amplia. Sin embargo ésta es restringida y endémica. Su distribución es disyunta y se limita al Hemisferio sur, a las aguas costeras del sureste de Sudamérica y suroeste del Océano Índico, y ambas poblaciones están separadas por 8500 km (Goodall, 1994). Ha sido avistada en las islas Kerguelen en el sur del océano Indico (Robineau, 1984; Robineau y Buffrénil, 1984), en las islas Malvinas en el sudoeste Atlántico (Hamilton, 1952; Strange, 1972) y en el sur y sudeste de América del Sur entre los 41° 30'S y 55°S, en el estrecho de La Maire, y Pasaje de Drake hasta las islas

Shetland (Aguayo y Torres, 1967; Aguayo, 1975; Goodall, 1978; Goodall y Cameron, 1980). Su rango sur incluye el este del Estrecho de Magallanes entre Bahía Inútil y Punta Arenas y rodea las Islas Malvinas (Goodall, *et al*, 1988). Se han encontrado animales errantes en la Provincia de Buenos Aires (Brownell y Praderi, 1985) y en la Isla Chiloë (42°45´S). Los reportes de avistamientos en las Islas Georgias del Sur se consideran erróneos (Brown, 1988; Rice, 1998).

Según Goodall *et al* (1988) estos delfines habitan en costas abiertas en aguas someras y frías, bahías, caletas y desembocaduras de ríos, los que sirven de abrigo y ocasionalmente entran en ríos.

Los individuos se alimentan en varios niveles tróficos, a menudo en áreas perturbadas por cambios de mareas. Los ítem alimenticios incluyen peces costeros e invertebrados bentónicos que viven en refugios. De los estudios realizados a la fecha (Weber, 1920; Cabrera y Yepes, 1960; Robineau y Duhamel, 1984; Goodall y Galeazzi, 1985; Bastida *et al.*, 1988) se deduce que la especie tendría un comportamiento de alimentación de tipo ictiófago.

El patrón normal de dimorfismo sexual, en los delfinidos, indica que los machos son de mayor tamaño que las hembras. La única excepción a este patrón en esta familia, que consta de 38 especies, se da en el género *Cephalorhynchus*. Este género presenta un patrón invertido, es decir las hembras son de mayor tamaño que los machos, al menos en dos de las especies: *C. hectori* y *C. commersonii* (Leatherwood y Reeves, 1983; Jefferson *et al*, 1993). Dado que los casos de dimorfismo sexual invertido en cetáceos se hallan en *Balaenopteridae* y *Platanistidae*, resulta extraño este caso de delfínidos, debido a que en este último grupo el patrón normal es el dominante.

Con respecto a la captura incidental en artes de pesca, se ha registrado mortalidad de toninas overas en artes de arrastre que operan en el norte y centro de Patagonia, en particular en dos modalidades de pesca distintas, estimándose una captura mínima anual de 25 individuos por año para el año 1994 (Crespo *et al.*, 1997). La estructura de la muestra recuperada en la captura incidental sugiere un sesgo hacia las hembras. En Tierra del Fuego y sur de Santa Cruz, operan pesquerías artesanales, utilizando redes de agalla hechas con monofilamento, en las cuales se ha registrado mortalidad

de toninas overas (Crespo *et al.*, 1994; Goodall *et al.*, 1995). Además durante las décadas del 70 y del 80 existió captura directa de ésta y otras especies para ser utilizadas como carnada en trampas para centolla (*Lithodes santolla*) (Goodall y Cameron, 1980). Si bien la captura directa y toda comercialización de mamíferos marinos fue prohibida mediante una ley provincial en Tierra del Fuego, se desconoce el estado actual de esta problemática en territorio chileno.

Por otro lado en la provincia de Santa Cruz, esta especie tiene importancia desde el punto de vista turístico, fomentándose los acercamientos con lanchas en el período estival. Esta tarea es llevada a cabo por prestadores turísticos en la ría de Puerto Deseado y en la Bahía San Julián. En la provincia del Chubut en el Puerto de Rawson se ha comenzado a realizar esta actividad en el año 1997. En la actualidad esta actividad es llevada adelante por dos prestadores. A los niveles actuales de la actividad no parece haber un efecto negativo significativo sobre los animales (Coscarella, 2005). Aún así se requiere que se continúe con el control y seguimiento de la actividad para ver si existen efectos a mediano y largo plazo.

Esta especie ha sido catalogada por la UICN como “*insuficientemente conocida*” (Klinowska y Cooke, 1991) y una revisión más reciente le ha mantenido este status (Global Mammal Assessment (GMA) Program / IUCN Red List Program, 2007). El desconocimiento de gran parte de su biología y ecología motiva la búsqueda de elementos con los cuales conocer el estado de esta población. Un elemento esencial en la conservación de los cetáceos, es el conocimiento de la estructura poblacional. Por ello los esfuerzos de conservación necesitan ser dirigidos no sólo a mantener la viabilidad de las especies, sino también a mantener la diversidad de comportamientos y la diversidad genética (Dizon y Perrin, 1970). La mayoría de los cetáceos existe como una serie de poblaciones que son unidades más o menos aisladas con poco o ningún intercambio genético (Reeves *et al.*, 2003). Sin embargo y pese a esta descripción, la información precedente de la Argentina continúa siendo fragmentaria e insuficiente.

OBJETIVOS

De lo expresado anteriormente se desprende la importancia de evaluar la dinámica

poblacional de la tonina overa (*C. commersonii*) con el objeto de aportar información sobre la cual diseñar normas de manejo adecuadas a su situación actual y predecir posibles efectos de su uso como especie de importancia turística o de los resultantes de la actividad pesquera.

Para cumplir con este objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

1.- Estudiar el patrón de distribución espacio-temporal de la tonina overa asociado con factores ambientales, principalmente los de tipo oceanográfico y con los movimientos de sus presas habituales.

2.- Estudiar la abundancia de la tonina overa en la plataforma continental argentina (Golfo San Jorge, Santa Cruz y Tierra del Fuego)

3.- Determinar la posible existencia de más de una unidad poblacional de tonina overa en las costas patagónicas por medio de estudios parasitológicos y morfológicos.

4.- Estudiar el crecimiento y el dimorfismo sexual en la tonina overa:

a) Describir adecuada y formalmente el crecimiento en machos y hembras overa.

b) Poner a prueba la hipótesis de existencia de diferencias entre machos y hembras en caracteres externos y craneales y en el patrón de crecimiento.

5.- Analizar la estructura de edades.

REFERENCIAS

- Aguayo, L.A. 1975. Progress report on small cetacean research in Chile. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 32(7):1,123-44.
- Aguayo, L.A. y Torres, N.D.. 1967. Observaciones sobre mamíferos marinos durante la vigésima Comisión Antártica Chilena. *Revista de Biología Marina Valparaiso* 13(1):1-57.
- Alverson, D.L., Freeberg, M.H., Pope, J.G. y Murawski, S.A. (eds) 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO. Roma. 223 pág.
- Anónimo. 1992. Japan progress report on cetacean research, June 1990 to March 1991. *Report of the international Whaling Commission* 42: 352-356.
- Bastida, R., Lichtschein, V. Y Goodall, R.N.P. 1988. Food habits of *Cephalorhynchus commersonii* off Tierra del Fuego. 143-60. En *Biology of the genus Cephalorhynchus*. R.L. Brownell Jr y G.P. Donovan (Eds). *Report of the International Whaling Commission*.(Special Issue 9). 344 pág.
- Bearzi, G., Politi, E., Fortuna, C.M., Mel, L. y Notabartolo di Sciari, G. 2001. An overview of cetacean from the northern Adriatic Sea: 1987-1999. *European Research on Cetaceans*. 14: 356-361.
- Bonner, W.N. 1982. *Seals and Man: A study of interactions*. University of Washington Press. 170 pág.
- Brown, S.G. 1988. Records of Commerson's dolphin (*Cephalorhynchus commersonii*) in south American waters and around south Georgia. *Rep. Int. Whal. Comm. Special Issue* 9: 85-92
- Brownell, R.L. y Praderi, P. 1985. Distribution of commerson's dolphin *Cephalorhynchus commersonii* and the rediscovery of the type of *Lagenorhynchus floweri*. *Scientific Reports of the Whales Research Institute* 36:153-64.
- Cabrera, A. y Yepes, J. 1960. *Mamíferos Sud-americanos*. Ediar. Buenos aires, 370 pág.
- Constantine, R. y Baker, C. S. 1997. Monitoring the commercial swim-with-dolphin operations in the Bay of Islands. *Science for conservation* 56. 59 pág.
- Corcuera, J. 1994. Incidental mortality of franciscanas in argentine waters: the threat of small fishing camps. 291-294. En *Gillnets and cetacean*, W.F. Perrin, G.P. Donovan y J. Barlow (Eds). *Report of the international Whaling Commission. Special Issue* 15. 629 pág.
- Corcuera, J., Monzón, F., Crespo, E.A., Aguilar, A. y Raga, J.A. 1994. Interactions between marine mammals and fisheries of Necochea and Claromecó (Buenos Aires, Province, Argentina). 283-290. En *Gillnets and cetacean*, W.F. Perrin, G.P. Donovan y J. Barlow (Eds). *Report of the international Whaling Commission. Special Issue* 15. 629 pág.
- Coscarella, M.A. 2005. *Ecología, comportamiento y evaluación del impacto de embarcaciones sobre manadas de tonina overa Cephalorhynchus commersonii en Bahía Engaño, Chubut*. Tesis Doctoral Universidad de Buenos Aires. 227 pág.

- Coscarella, M.A., Dans, S.L., Crespo, E.A. y Pedraza, S.N. 2003. Potential impact of unregulated dolphin watching activities in Patagonia. *J. Cetacean Res. Manage.* 5(1):77–84, 2003.
- Crespo, E.A., Corcuera, J.F. y López Cazorla, A. 1994. Interactions between marine mammals and fisheries in some coastal fishing areas of Argentina. 269-281. En *Gillnets and cetacean*, W.F. Perrin, G.P. Donovan y J. Barlow (Eds). Report of the international Whaling Commission. Special Issue 15. 629 pág.
- Crespo, E. A. y Hall, M. 2001. Interactions between marine mammals and human in the context of ecosystem management. 463-490. En *Marine Mammals: Biology and Conservation*. P. Evans y J.A. Raga (Edt). Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York 630 pág.
- Crespo, E.A., Koen Alonso, M., Dans, S.L., García, N.A., Pedraza, S.N., Coscarella M.A. y González, R. 2000. Incidental catch of dolphins in mid-water trawls for southern anchovy off Patagonia. *Journal of Cetacean Research and Management*. 2(1): 11-16.
- Crespo, E.A., Pedraza, S.N., Dans, S.L., Koen Alonso, M., Reyes, L.M., García, NA., Coscarella, M. y Schiavini, A.C.M.. 1997. Direct and indirect effects on the high seas fisheries on the marine mammals populations in the northern and central Patagonian coast. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* Vol.22: 189 - 207.
- Crespo, E.A., Pedraza, S.N., Grandi, M.F., Dans, S.L. y Garaffo, G. (En evaluación). Abundance of franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei*, in the Argentine coast, from aerial surveys. *Marine Biology*
- Dans, S. L. 1999. Ecología poblacional del delfín oscuro *Lagenorhynchus obscurus* (Gray, 1828) en el litoral patagónico, Atlántico sudoccidental. Tesis Doctoral Universidad de Buenos Aires. 169 pág.
- Dans, S.L., Crespo, E.A., Garcia, N.A., Reyes, L.M., Pedraza, S.N. y Koen Alonso M. 1997. Incidental mortality of Patagonian dusky dolphins in mid-water trawling: retrospective effects from the early 80's. Report of the International Whaling Commission 47 : 699 -704.
- Dans, S.L., Crespo, E.A., Koen Alonso, M. y Pedraza, S.N. 2003a. Incidental catch of dolphins in trawling fisheries off Patagonia, Argentina: can populations persist? *Ecological Applications* 13(3): 754 – 762.
- Dans, S.L., M. Koen Alonso, E.A. Crespo, S.N. Pedraza y García, N.A.. 2003b. Interactions between Marine Mammals and High Seas Fisheries in Patagonia: An ecosystem approach. Chap 5: 100-115. En *Marine Mammals: Fisheries, Tourism and Management Issues*. N. Gales, M. Hindell, R. y Kirkwood (Eds), CSIRO Publishing. 446 pág.
- Dizon, A. E. y Perrin, W. F. 1997. Report of the workshop. 3 – 48. En *Molecular genetics of marine mammals*. A. E. Dizon, S. J. Chivers y W. F. Perrin (Eds). Society for Marine Mammals. Special publication 3.
- Dolar, M.L.L., Leatherwood, S., Wood, C.J., Alava, M.N.R., Hill, C.L. y Aragonés, L.V. 1994. Directed fisheries for cetaceans in Philippines. Report of the International Whaling Commission 44: 439-449.

- Earle, M. 1996. Ecological interactions between cetaceans and fisheries. 167-204. En *The Conservation of Whales and Dolphins: Science in practise*. M.P. Simmonds y J.H. Hutchinson (Eds). Wiley, Chichester, U.K.
- Goodall, R.N.P. 1978. Report on the small cetaceans stranded on the coasts of Tierra del Fuego. *Scientific Reports of the Whales Research Institute* 30:197-230.
- Goodall, R.N.P. 1994. Commerson's dolphin *Cephalorhynchus commersonii* (Lacépède 1804). In *Handbook of Marine Mammals*, Vol. 5. (11). Academic Press Ltd. 241-67.
- Goodall, R.N.P. y Cameron, I.S.. 1980. Exploitation of small cetaceans off southern South America. *Reports of the International Whaling Commission*. 30: 445-50.
- Goodall, R.N.P. y Galeazzi, A.R. 1985. A Review of the Food Habits of the Small Cetaceans of Antarctic and Sub-Antarctic. pp 566-72 En *Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs*. W.R. Siegfried, P.R. Condy y R.M. Laws (Eds).
- Goodall R.N.P., Galeazzi, A.R., Leatherwood, S., Miller, K.W., Cameron, I.S., Kastelein R.K. y Sobral, A.P. 1988. Studies of Commerson's dolphins, *Cephalorhynchus commersonii*, off Tierra del Fuego, 1976-1984, with a review of information on the species in the South Atlantic. *Report of the International Whaling Commission (Special Issue)* 9:3-70.
- Goodall, R.N.P y Schiavini, A.C.M. 1994. Net fisheries and net mortality of small cetaceans off Tierra del Fuego, Argentina. En *Gillnets and cetacean*, W.F. Perrin, G.P. Donovan y J. Barlow (Eds). *Report of the international Whaling Commission. Special Issue* 15. 629 pág.
- Goodall, R.N.P, Schiavini, A.C.M., Benegas, L.G. y Galván, P. 1995. La captura incidental de delfines en Tierra del Fuego. Informe presentado a la Dirección General de Recursos Naturales y la Dirección General de Medio Ambiente de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. 16 pág.
- Gordon, J. y Moscrop, A. 1996. Underwater noise pollution and its significance for whales and dolphins. 281-319. En *The Conservation of Whales and Dolphins: Science in practise*. M.P. Simmonds y J.H. Hutchinson (Eds). Wiley, Chichester, U.K.
- Gulland, J.A. 1986. Marine mammal-fisheries Interactions. *Ambio* 16: 152-154.
- Hamilton, S.E. 1952. Cetacea of the Falkland Islands. *Com. Zool. Mus. Hist. Nat. Montevideo*. 4 (66): 1-6.
- IFAW. 1995. Report of the workshop on the Scientific aspects of managing whale watching. Montecastello de Vibio, Italia. 40 pág
- IWC. (International Whaling Commission). 2002. Report of the Scientific Committee. 1-92. *The Journal of Cetacean Research and Management* 4 (supplement): 1-453.
- Jefferson, T., Leatherwood, S. y Webber, M.A. 1993. *FAO species identification guide. Marine mammals of the world*. Rome, FAO. 320 pág. 587 figs.
- Kasuya, T. 1985. Effect of exploitation on reproductive parameters of the spotted and striped dolphins off Pacific Coast of Japan. *Scientific Reports of the Whales Research Institute*. 36: 107-138.

- Kishiro, T. y Kasuya, T. 1993. Review of Japanese dolphin drive fisheries and their status. Report of the International Whaling Commission 43: 439-452.
- Klinowska M. y Cooke, J. 1991. Dolphins, porpoises and whales of the world. The IUCN red data book. Published by IUCN, Gland, Switzerland y Cambridge, U.K. 429 pág.
- Leatherwood, S.; Dolar, M.L.L.; Wood, C.J.; Aragones, L.V. y Hill, C.L. 1992. Marine mammal species confirmed from Philippine waters. Silliman Journal 36: 65-86.
- Leatherwood, S., y Reeves, R.R. 1983. The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins. Sierra Club Books. San Francisco. 302 pág.
- Marsh, H., Arnold, P., Freedman, M., Haynes, D., Laist, D, Read, A., Reynolds, J. y Kasuya, T. 2003. Strategies for conservation marine mammals. Chap 1: 1-28. En Marine Mammals: Fisheries, Tourism and Management Issues. N. Gales, M. Hindell, R. y Kirkwood (Eds), CSIRO Publishing. 446 pág.
- Northridge, S.P. y Hofman, R.J. 1999. Marine Mammals interactions of fisheries. 99-119. En Conservation and Management of Marine mammals. J.R. Twiss Jr. y R.R. Reeves (Eds). Smithsonian Institution Press, Washington. DC. 471 pág.
- O'Shea, T.J., Reeves, R.R., y Long, A.K. (eds) 1999. Marine mammals and persistent ocean contaminants: proceedings of the Marine Mammal Commission workshop, Keystone, Colorado, 12-15 de Octubre de 1998. Marine Mammal Commission, Bethesda, Maryland.
- Perrín, W.F. 1989. Dolphins, porpoises, and whales. An Action Plan for the Conservation of Biological Diversity: 1988-1992. 2nd Edsion. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. 28 pág.
- Perrin, W. F. 1999. Selected examples of small cetaceans at risk. 296-310. En Conservation and Management of Marine mammals. J.R. Twiss Jr. y R.R. Reeves (Eds). Smithsonian Institution Press, Washington. DC. 471 pág.
- Pryor, K. y Norris, K.S. 1991. Afterword: Dolphin politics and dolphin science. 383-386. En Dolphin Societies: Discovery and Puzzles. K. Pryor y K.S. Norris (eds). University of California Press, Berkeley. 397 pág.
- Read, A.J. Van Waerebeek, K.; Reyes, J.C., McKinnon, J.S. y Lehman, L.C. 1988. The explotation of small cetaceans in coastal Peru. Biological Conservation. 46: 53-70.
- Reeves, R.R.; Smith, B.D.; Crespo, E.A. y Notabartolo di Sciara, G. (Compiladores). 2003. Dolphins, whales and porpioses: 2002-2010. Conservation Action Plan for the World's Cetaceans. IUCN/SSC Cetacean Specialist Group. IUCN, Gland , Switzerland and Cambridge, UK. 139 pág.
- Reijnders, P.J.H., Aguilar, A. y Donovan, G.P. (eds) 1999. Chemichal pollutants and cetaceans. Journal of Cetacean Research and Management (Special Issue) 1.
- Rice, D.W. 1998. Marine Mammals of the World. Systematics and Distribution. Special Publication N°4. The Society for Marine Mammalogy. 231 pág.
- Robineau, D. 1984. Morphologie externe et pigmentation du dauphin de Commerson, *Cephalorhynchus commersonii* (Lacépède, 1804) en particulier celui des îles Kerguelen. Can. J. Zool. Vol. 62.

- Robineau, D. y Buffrénil, V. de. 1984. Preliminary data on distribution, taxonomy, biology and behavior of Commerson's dolphin *Cephalorhynchus commersonii* (Lacépède, 1804) in Kerguelen Islands. (Unpublished manuscript).
- Robineau, D. y Duhamel, G. 1984. Régime alimentaire du dauphin de Commerson [*Cephalorhynchus commersonii* (Lacépède, 1804)] aux îles Kerguelen, pendant L'été austral. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., París, 4e sé., 6, section A, n° 2: 551-59.
- Strange, I. S. 1972. The Falkland islands. David & Charles Ltd. Devon. 256 pág.
- Van Waerebeek, K. y Ofori-Danson, P.K. 1999. A first checklist of cetacean of Ghana, Gulf of Guinea, and a shore-based survey of interactions with coastal fisheries. International Whaling Commission, Scientific Committee Document SC/51/SM35, Cambridge, UK.
- Van Waerebeek, K., Van Bresselem, M.F., Félix, F., Alfaro-Shigueto, J.; García-Godos, A., Chávez-Lisambart, L.; Ontón, K.; Montes, D. y Bello, R. 1997. Mortality of dolphins and porpoises in coastal fisheries off Peru and southern Ecuador in 1994. Biological Conservation. 81: 43-49.
- Weber, H. 1920. Uns Pelzjager im Feuerland. Jagdabentener eines Überlebenden von Beldwader des Grafen Spee. Vugutt Geherl, Berlin.
- Würsig, B. y Richardson, W.J. 2002. Effects of noise. 794-802. En Encyclopedia of Marine Mammals. W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (Eds). Academic Press. 1414 pág.

Capítulo 1

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

INTRODUCCIÓN

Determinar las causas que expliquen la distribución y abundancia de los organismos es uno de los objetivos básicos de la ecología como ciencia (Krebs, 1986). Esto implica determinar los límites de la distribución y los factores que la afectan, más aún si se tiene en cuenta que “... *distribución y abundancia son dos facetas de la misma moneda*” (Andrewartha, 1971). En consecuencia los factores que afectan a la distribución pueden afectar también su abundancia. Uno de los problemas más interesantes en ecología de poblaciones lo constituye el poder establecer los límites de la distribución de una especie dada.

La distribución de una especie puede estar limitada por otras especies o por factores físicos y químicos. Los factores ambientales controlan la distribución y por ende la abundancia de acuerdo a la Ley del Mínimo de Liebig (Bartholomew, 1958), la cual indica que “la distribución de una especie estará controlada por aquel factor ambiental para el cual el organismo tiene la mínima capacidad de adaptación o control”. En este contexto hay que tener en cuenta que a) las especies pueden aclimatarse fisiológicamente a algunos factores ambientales, b) que los límites de tolerancia para un factor ambiental dependerán de los niveles que presentan otros factores y por último c) las tolerancias de los organismos pueden cambiar por selección natural. En consecuencia los patrones de distribución y abundancia reflejan la historia de complejas interacciones con otros organismos y con individuos de su propia especie y el ambiente.

El conocimiento que se tiene de la distribución y uso de hábitat de diferentes especies varía considerablemente y en la mayoría de los casos está fuertemente sesgada por los métodos usados para obtener la información sobre la distribución. Los mamíferos marinos habitan en todos los océanos y en zonas costeras, los que cubren el 71% de la superficie de nuestro planeta. Algunas especies son cosmopolitas mientras que otras estas restringidas a zonas climáticas particulares, siendo algunas de estas últimas endémicas de regiones muy limitadas (Rice, 1998). Los mamíferos marinos

pasan toda su vida (cetáceos) o gran parte ella (pinnípedos) en el medio acuático (Jefferson *et al.*, 1993); establecer los límites de su distribución geográfica se hace difícil, especialmente en áreas pelágicas lejos de las costas, y también en particular, por su alta movilidad en ese medio, que los lleva a recorrer grandes distancias en tiempos relativamente cortos.

Hasta hace relativamente pocos años el conocimiento que se tenía sobre la distribución de los mamíferos marinos provenía de los registros de capturas y de observaciones incidentales hechas desde costa o embarcaciones (Bowen y Siniff, 1999). Los datos de capturas han provisto más información en general más acerca del esfuerzo de captura que sobre la distribución de la población, especialmente cuando las capturas se realizaron sólo en determinados momentos del año limitando su valor para determinar patrones estacionales. Los relevamientos, realizados desde embarcaciones o aviones, han aportado nueva y valiosa información sobre la distribución de muchas especies. Sin embargo cada una de estas plataformas de observación tiene ventajas y desventajas.

La distribución de cualquier especie de mamífero marino puede estar afectada por factores: demográficos, evolutivos, ecológicos, relacionados al hábitat y antropogénicos. El número de individuos que vive en áreas particulares depende de la capacidad de estas áreas para sustentar los requerimientos biológicos. En general el requerimiento más crítico es la disponibilidad de presas (Forcada, 2002) o también la sensibilidad particular respecto de algún parámetro ambiental como la temperatura aún en la presencia de presas. La disminución de los recursos alimenticios puede influenciar el movimiento o dispersión a otras áreas. La estructura de edad y sexo de las agregaciones también pueden afectar los patrones de distribución, así los requerimientos de hábitat de las hembras con crías no son los mismos que aquellos de los machos adultos. En los odontocetos, las hembras con cría prefieren áreas costeras con abundancia de recursos alimenticios y protección contra los predadores, mientras que los machos adultos están menos restringidos en términos de movimientos y rango de distribución (Garaffo, 2002)

Todas las características relacionadas con la adaptación secundaria al agua de los

mamíferos marinos influyen de una forma o de otra su distribución. La capacidad de buceo, en términos de duración y máxima profundidad alcanzada, permite a las diferentes especies explotar diferentes tipos de hábitat. Su capacidad de regular la temperatura corporal les permite extender su rango de distribución desde aguas cálidas ecuatoriales a aguas frías en latitudes altas. La cohesión de grandes manadas de delfines y la integración sensorial de los individuos les permite extender su rango de acción en aguas abiertas, encontrar alimento activa y eficientemente, y obtener protección contra los predadores.

Su distribución, como ya se ha indicado, también está relacionada con la distribución de sus presas. La habilidad para explotar diferentes niveles tróficos y recursos, permite clasificarlos desde predadores tope a predadores de bajo nivel trófico. También se los puede clasificar como generalistas o especialistas, y estos dos aspectos pueden determinar patrones de distribución diferenciados. La competencia interespecífica es un factor adicional en la determinación de la variable distribución. Los efectos provocados por los predadores también pueden jugar un papel importante en la selección de hábitat y áreas de distribución, especialmente en los mamíferos marinos de pequeño tamaño (Forcada, 2002).

Los mamíferos marinos generalmente se encuentran en aguas en las que sus especies presa principales se encuentran en alta densidad, que se caracterizan por condiciones físicas que facilitan su concentración. Las variables oceanográficas que caracterizan los hábitat de los mamíferos marinos son la temperatura del agua, salinidad, densidad del agua, concentración de clorofila y profundidad de la termoclina (Forcada, 2002). Estas características están relacionadas a veces con los frentes de surgencia, condicionando de esta forma la distribución de especies. La topografía y la batimetría están a menudo relacionadas con fenómenos oceanográficos locales que también influyen la distribución de los mamíferos marinos.

Las alteraciones de hábitat producidas por el hombre provocan su fragmentación; la sobrepesca de los ítem presa; la contaminación de áreas costeras; la contaminación por ruido (ampliación de fuentes de sonido en el ecosistema) pueden cambiar sustancialmente la distribución de los mamíferos marinos (Evans, 2002; Gordon y

Tyack, 2001). Este tipo de alteraciones se observa particularmente en las zonas costeras.

Como otros vertebrados, muchas especies de mamíferos marinos exhiben cambios estacionales en su distribución. Estos, generalmente, reflejan diferencias de requerimientos en alimentación y reproducción, necesidad de evitar predadores y respuesta a cambios en el ambiente físico. En este sentido Gaskin (1982) ha señalado para el caso de los cetáceos *‘El estudio de la distribución de estos animales se convierte en un estudio de la distribución de sus presas; y en un análisis de los factores que pueden limitar la habilidad de los cetáceos para reproducirse o para que las crías alcancen la madurez’*. Los requerimientos cotidianos en términos de energía o protección contra la predación dependen del estatus reproductivo y la estación reproductiva. Los movimientos son respuestas a cambios en el ambiente y a los requerimientos biológicos de la especie, sin embargo no todos los individuos responderán de la misma forma. Los patrones de distribución de una población, en general, son la suma de los movimientos individuales a lo largo del tiempo y el espacio (Forcada, 2002).

La abundancia de una especie puede ser estimada utilizando diversas técnicas, las más usadas en estudios sobre mamíferos marinos son los muestreos de distancia (cetáceos), captura-recaptura (cetáceos), conteos de migración (ballenas) y conteos de colonias (pinnípedos) (Buckland *et al.*, 1993; Buckland *et al.*, 2001; Buckland y York, 2002). Los estudios de abundancia en tonina overa se han llevado a cabo usando muestreos de distancia (Leatherwood *et al.*, 1988; Venegas y Atalah, 1987a, b; Venegas, 1996; Lesrauwaet, *et al.* 2000) por medio de relevamientos aéreos. Todas estas estimaciones se llevaron adelante en el Estrecho de Magallanes, en la zona chilena. Teniendo en cuenta el potencial impacto de las pesquerías de altura tanto como las artesanales se hace necesario evaluar la abundancia en la región patagónica. Por otro lado en la zona de Bahía Engaño, se realizó una estimación de abundancia, usando la técnica de captura-recaptura, junto con foto-identificación. En este caso el área relevada es reducida, pero permitió evaluar el uso de esta combinación de técnicas para estimar abundancia en tonina overa, siendo los resultados obtenidos prometedores (Mora, 2002).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente para este capítulo se plantearon los siguientes objetivos:

1.- Estudiar el patrón de distribución espacio-temporal de la tonina overa asociado con factores ambientales, principalmente de tipo oceanográfico y con los movimientos de sus presas habituales.

2.- Estudiar la abundancia de la tonina overa en la plataforma continental argentina (Golfo San Jorge, Santa Cruz y Tierra del Fuego)

MATERIALES Y MÉTODOS

• DISTRIBUCIÓN

Con el objetivo de determinar el posible efecto de los factores ambientales en la distribución de esta especie, se recopiló información de tres fuentes diferentes: a) bibliográfica; b) datos aportados, a través de entrevistas, por capitanes y oficiales de la flota pesquera de arrastre que opera desde Puerto Madryn; y también aportados por personal del Laboratorio de Mamíferos del CENPAT (LAMAMA) embarcado en este tipo de buques; c) datos provenientes de relevamientos aéreos, realizados con el objetivo de estimar abundancia. La información fue ordenada en una tabla, con el objetivo de poder realizar un análisis detallado de posibles efectos de la profundidad sobre la distribución. Se realizó un análisis de correlación entre profundidad y tamaño de grupo (*cluster*), para cada una de las fuentes de información. Además se estudió la relación entre la latitud y la profundidad, para ello se usó el coeficiente de concordancia Tau de Kendall (Conover, 1999).

También se confeccionaron mapas por estación del año, debido a que no se tiene información sobre los cambios que se producen en la ubicación de las isotermas en las distintas épocas del año. Las estaciones del año se definieron como verano (octubre a marzo) e invierno (abril a septiembre) de acuerdo como se definen en la pesquería de arrastre que opera en la Patagonia (Coscarella, 1997) Debido a que la información de base para este análisis proviene de distintas fuentes, y por lo tanto es heterogénea, se realizaron mapas con la información previa a 1992, y con la posterior a este año, dado

que en ese momento se comenzaron los estudios de abundancia y ecología de esta especie en el LAMAMA, y la información fue recopilada de acuerdo a un protocolo previamente establecido.

Por otro lado se analizó la bibliografía disponible en cuanto al tipo de sustrato, en las áreas donde se observó mayor cantidad de individuos (Parker *et al.*, 1997). También se analizaron las características de las áreas estuariales patagónicas, dado que en ellas es donde se produce una mayor interacción con las actividades humanas (Piccolo y Perillo, 1997). A fin de evaluar el efecto de las masas de agua, se establecieron los rangos de salinidad en que se observan las toninas overas (Guerrero y Piola, 1997).

Teniendo en cuenta que la distribución de los predadores tope está asociada a la distribución de sus presas (Gaskin, 1982), y que la distribución de éstas se ve más afectada por los factores ambientales, (profundidad, tipo de fondo, salinidad, temperatura, y/o distintas combinaciones de estos factores), se recopiló la información disponible en la bibliografía sobre la distribución de las presas más importantes en la dieta de la tonina overa, así como los factores ambientales que la limitan (Koen Alonso, 1999; Bastida *et al.*, 1988; Mermoz, 1980; Angelescu y Prenski, 1987; Brunetti *et al.*, 1998; Lloris y Rucabado, 1991; Menni y Gosztonyi, 1982; Menni, R. C. y López, H. L., 1984, Gru y Cousseau, 1982, Angelescu, 1960;. Fenucci *et al.*, 1974; Menni *et al.*, 1981; Gosztonyi, 1981; Angelescu y Gneri, 1961; Ciechomski y Weiss, 1976; López *et al.*, 1996; Leible *et al.*, 1981; Rojo y Silvosa, 1969; Scarlato, 1998; Madirolas y Hansen, 1998; Hansen, 1998; Hansen *et al.*, 2001; Bakun y Parrish, 1991; este trabajo capítulo 2). Se asoció la distribución de las especies presa más importantes con la distribución de la tonina overa. Se tuvo en cuenta además las migraciones que presentan las especies presa.

- **ABUNDANCIA**

Métodos de relevamiento:

Una vez determinada la distribución de la especie se hace necesario conocer su abundancia ya sea en términos relativos o absolutos. El estímulo para realizar estos relevamientos se encuentra generalmente basado en el manejo de las poblaciones.

Durante mucho tiempo se han usado métodos basados en el muestreo de animales muertos (Evans y Raga, 2001). Pero éstos a menudo son imprecisos, y contienen una variedad de potenciales sesgos que usualmente son difíciles de corregir.

A partir de la década del 70, con el énfasis puesto en la protección de las especies para evitar su sobre-explotación, la atención se volvió hacia métodos no extractivos para estimar los tamaños poblacionales. Estas estimaciones se basaron en dos familias de métodos: los relevamientos por Métodos de Distancia, en embarcaciones o aviones; o el empleo de las técnicas de captura-recaptura (captura por fotografía) a partir del reconocimiento de características de los animales tales como muescas, cicatrices, patrones de coloración. (Hammond, 2001; Hammond *et al.*, 1990; Hiby y Hammond, 1989)

Estimar la abundancia significa tomar una muestra y extrapolar a partir de ella a toda la población o al área. Al realizar esto, se hacen una serie de suposiciones sobre la representatividad de la muestra, sobre la forma en que se desempeña el método de estimación y sobre el comportamiento de los animales en la población; todos ellos están relacionados entre sí.

Todos los métodos de muestreo de poblaciones animales deben incluir las siguientes características: **detectabilidad, independencia de las observaciones y movilidad.**

Detectabilidad: es la probabilidad de que un individuo, en un área particular en un momento determinado, sea observado (visto, capturado o detectado por algún otro medio). La detectabilidad depende de un número de características, incluyendo:

- Patrón de movimientos
- Rango de tamaños individuales
- Rango de velocidad de los individuos
- Complejidad del hábitat
- Condiciones de luz para las observaciones
- Velocidad de desplazamiento del observador
- Experiencia del observador

Dependiendo del tipo de arreglo de estas características en un estudio en

particular, el investigador se puede encontrar con:

- Animales perdidos
- Múltiples conteos de algunos individuos, y/o
- Registro de un individuo donde no existe

Independencia de las Observaciones: La mayoría de los modelos asumen que las unidades muestrales son seleccionadas independientemente una de otras. Esto significa que la selección de una unidad de la población no afecta la probabilidad de observar otro individuo. Cuando se trabaja con individuos, especialmente cuando forman grupos (manadas, harenes, etc.), el avistamiento de un individuo de un grupo incrementa la probabilidad de que otro individuo del grupo sea visto. Tal dependencia en las observaciones puede ser corregida para el parámetro estimado, en caso contrario la estimación será sesgada, usualmente sobreestimada.

Movilidad: Una razón adicional que puede dificultar el muestreo es que los animales se mueven. Los movimientos no son hechos simplemente al azar, sino que son el resultado de un gran número de decisiones instintivas que cada individuo realiza continuamente

Debido a que los animales pueden moverse, ellos pueden:

- Evitar la detección,
- Entrar, salir y volver a entrar en el área de estudio mientras se realiza el muestreo, y/o
- Elegir desplazarse en grupos algunas veces y solos en otras.

Cada uno de estos patrones de movimiento puede llevar a sesgos en los parámetros estimados.

De todas las alternativas existentes para la evaluación de delfines, en este trabajo se ha planteado la estimación de abundancia mediante transectos lineales ejecutados con aviones (Buckland *et al.*, 1993; 2001). Estos métodos fueron desarrollados para animales terrestres, pero se han difundido ampliamente en su aplicación para estimar abundancia de mamíferos acuáticos, ya sea por relevamientos en barcos o en avión. Los métodos principales son los transectos lineales y los transectos de puntos. En este

tipo de relevamientos, el área de estudio es muestreada por una plataforma de avistamiento buscando a lo largo de transectos predeterminados, ubicados de manera tal que toda el área sea muestreada. La distancia y el ángulo de avistamiento de los animales (o grupos) son medidos permitiendo el cálculo de la distancia perpendicular del avistamiento a la línea de transecta. Estos datos son usados para estimar el ancho efectivo de la banda investigada y así se puede estimar la densidad muestral y luego extrapolada para dar una estimación de abundancia para toda el área. Esto se hace necesario pues la probabilidad de detección declina con la distancia a la línea o al punto de transecta; el ancho efectivo de banda es una estimación del ancho de una banda hipotética (en la cual todos los animales son vistos) que podría contener el mismo número de avistamientos por unidad de largo de transecta. La clave de este análisis consiste en ajustar una función de detección a las distancias observadas, y usar esta función para estimar la proporción de animales perdidos. Esta información provee una estimación del número de animales en un área dada en un tiempo particular, no una estimación del tamaño de la población biológica, a menos que toda la población estuviera en el área durante el período de estudio.

Para obtener una estimación de la densidad es necesario hacer las siguientes suposiciones: a) los animales sobre o muy cercanos a la línea de transecta se detectan siempre $P(\text{observar un animal} \mid y = 0) = 1$. Se supone que la habilidad de los observadores de detectar animales en la línea es máximo. Caso contrario se subestima la densidad en el área. b) los animales son detectados antes de que respondan a la presencia del observador, y los movimientos son lentos con respecto a la velocidad del observador (el mismo animal es observado sólo una vez). En el caso de haber atracción puede sobrestimarse la densidad, mientras que en el caso de haber repulsión, la densidad se subestima. c) las distancias y los ángulos son medidos exactamente, sin error y sin redondeos; d) los avistamientos de los animales (o los grupos) son sucesos independientes.

La decisión del lugar y tiempo en el que se realizaron los muestreos se basó en información de diversas fuentes. A escala general se utilizó recopilación de avistamientos de la bibliografía (Lichter, 1986; Bastida y Lichtschein, 1984; Goodall, 1978; Goodall *et al.*, 1988a; Goodall *et al.*, 1988b; Mermoz y Goodall, 1980), de

encuestas realizadas a los oficiales y patrones de pesca de la flota que opera en la ciudad de Puerto Madryn, y de observaciones realizadas por los autores u observadores a bordo en embarques y/o salidas de investigación oceanográficas y/o pesqueras. Se analizó información recopilada en el Atlántico Sudoccidental desde Península de Valdés hasta Río Gallegos desde 1992 - 1995 y desde Puerto Lobos hasta el Pasaje de Drake en la bibliografía desde 1931 - 1977. Se realizaron mapas de distribución espacio-temporal (por época del año). Junto con esta información se analizó la distribución espacio-temporal del ítem presa merluza (Otero *et al.*, 1982; Cousseau *et al.*, 1981), la cual representa la presa principal de la tonina en el norte de Patagonia (Koen Alonso, 1999). También se analizó la distribución espacio-temporal de la sardina fueguina, principal ítem presa, desde el Golfo San Jorge hasta el Canal de Beagle (Bastida, *et al.*, 1988). Con toda esta información se decidió el momento, fines de primavera, y el lugar adecuado para realizar los relevamientos aéreos, entre los 43° y 48°21'S (Figura 1). Posteriormente se realizó un único relevamiento en el sur de Santa Cruz y en el sector argentino de la isla grande de Tierra del Fuego, hacia fines del verano.

Se realizaron siete relevamientos aéreos desde el avión bimotor CASA-212 de la Prefectura Naval Argentina, en tres zonas de la costa de Patagonia, en cuatro momentos distintos: 1994, 1995, 1996 y 2000. Se definieron tres estratos a) Norte de Chubut (43° a 45° S) b) Golfo San Jorge (45° a 47° S) y c) Norte de Santa Cruz (47° y 48°21"S) (Tabla 1). La elección de los estratos se realizó en función de razones operativas teniendo en cuenta las grandes distancias a recorrer y la autonomía de vuelo de la aeronave utilizada en los relevamientos. (Tabla 1). Por otro lado, también se evaluó la existencia de variabilidad geográfica en la densidad.

Para realizar los relevamientos en la zona sur, parte sur de la provincia de Santa Cruz, así como las aguas costeras de la Isla Grande de Tierra del Fuego entre el Cabo Espíritu Santo y el Cabo San Pablo, se utilizó el avión ARAVA de la Gobernación de Tierra del Fuego. Se establecieron a priori dos estratos o zonas; el primero ubicado al norte del Estrecho de Magallanes y el segundo al sur de mismo estrecho. La razón de esta división es que el estrecho constituye una característica oceanográfica destacable, pues la intrusión de esa masa de agua en la plataforma patagónica define en buena

medida las características oceanográficas de la plataforma patagónica austral. (Figura 2, Tabla 2). Debido al bajo número de observaciones en el estrato Sur de Santa Cruz, se debió realizar un análisis global para toda el área en su conjunto. La elección del área de relevamiento se basó en considerar prioritariamente las aguas costeras bajo jurisdicción provincial (hasta 12 millas náuticas de la costa), así como considerar que en estas aguas es donde se producen los fenómenos de mortalidad incidental por pesca de pequeños cetáceos, objeto del estudio.

En general, los relevamientos se llevaron adelante siguiendo un diseño en zig-zag, eligiendo la primera transecta al azar. Un solo relevamiento no presentó este diseño, en su lugar se usó a diseño en “box-like” (diseño en cajas); esto se realizó con el objeto de explorar si existía una distribución diferencial de los avistamientos en relación con la distancia a la costa. Debido a las características de la aeronave y la velocidad de vuelo (120 nudos) se combinaron todos los datos en el análisis final.

El CASA -212 es un bimotor de ala alta perteneciente a la Prefectura Naval Argentina, siendo la única aeronave con estas características disponible en Patagonia para realizar los relevamientos. Los vuelos se realizaron a 500 pies de altura con excepción de uno, que se realizó a 600 pies de altura. Los puntos de referencia para las transectas fueron ingresados en el sistema GPS de la aeronave antes de realizar cada vuelo, de esta manera cada vuelo fue esencialmente automático. Sin embargo, fue necesario corregir las transectas para determinar su trayectoria real a partir de las notas tomadas durante el relevamiento.

Dos observadores cubrieron cada una de las dos ventanas con burbuja de la aeronave, (Figura 3), a partir de las cuales se obtiene una visión directa de la línea de transecta. Una tercera persona se ubicó entre los observadores, y detrás de los pilotos. Su función durante el vuelo consistía en registrar todas las observaciones de cetáceos realizadas, en planillas diseñadas ad hoc (Anexo I). Dos observadores adicionales ayudaron durante el vuelo a los observadores primarios. Con el objeto de reducir la fatiga, las posiciones se rotaban cada 30 minutos aproximadamente.

La información registrada fue: posición del avistamiento, para ello se utilizó un GPS;

ángulo de declinación, medido con un clinómetro; tamaño de grupo e identificación al menor nivel taxonómico posible. Además se registró el estado del mar, medido en escala Beaufort, para cada avistamiento y la posición relativa del sol con respecto a la aeronave, en cada transecta. (Anexo I)

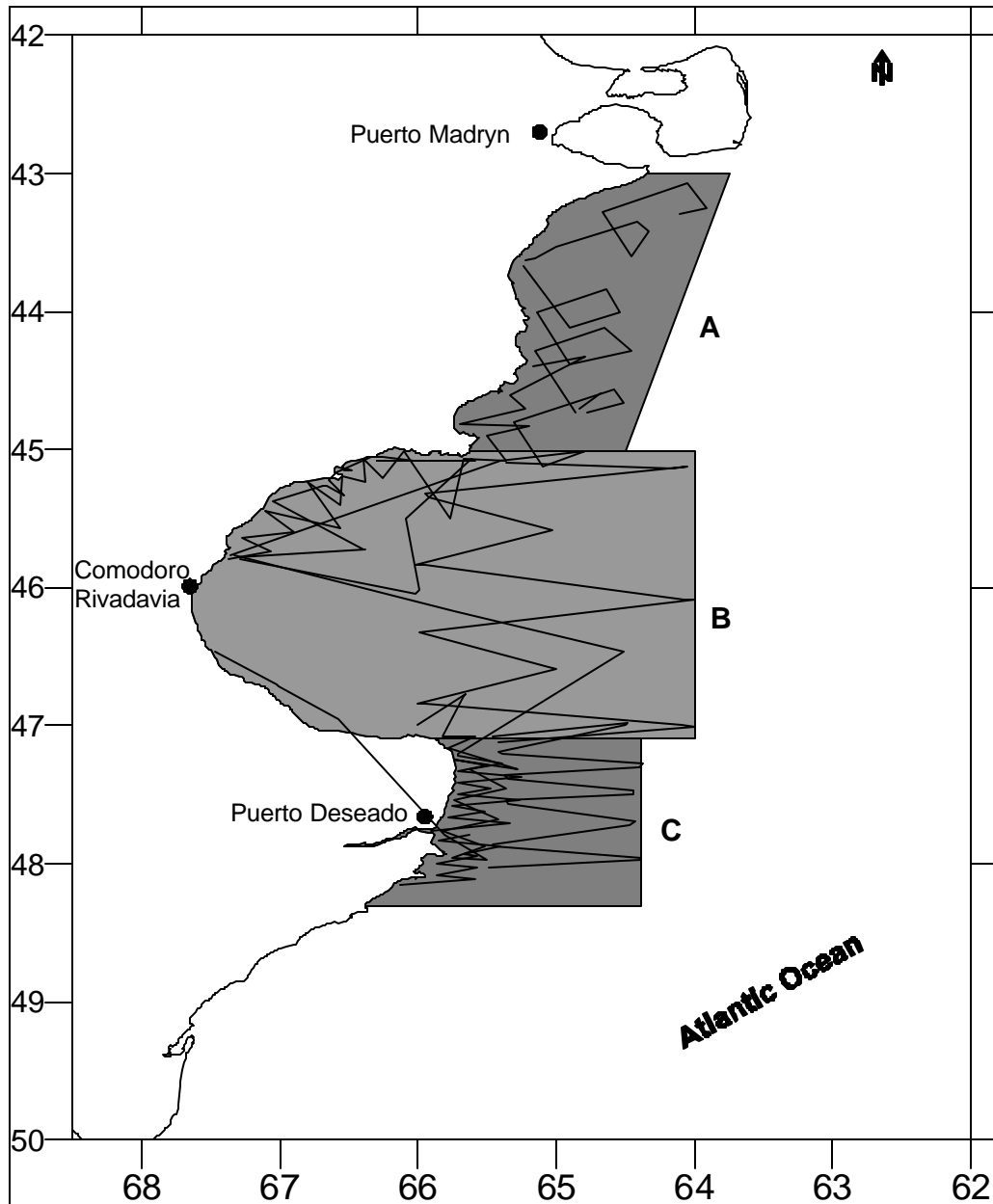


Figura 1 . Área relevada y transectas realizadas en el Norte y Centro de Patagonia

Tabla 1. Áreas de muestreo. Patagonia Norte y Central			
Estrato	Fecha	Esfuerzo (mn)	Área (mn²)
Norte de Chubut	25 de noviembre de 1994	119.8	
	8 de noviembre de 1995	410.5	
	Total	530.3	≈7874
Golfo San Jorge	17 de noviembre de 1994	227.7	
	25 de noviembre de 1994	251.3	
	8 de noviembre de 1995	60.7	
	27 de noviembre de 1995	541.5	
	12 de diciembre de 1995	20.1	
	4 de diciembre de 1996	28.3	
	14 de febrero de 2000	239.9	
	Total	1369.4	≈15593
Norte de Santa Cruz	17 de noviembre de 1994	152.5	
	27 de noviembre de 1995	60.6	
	12 de diciembre de 1995	367.4	
	4 de diciembre de 1996	370.3	
	Total	950.8	≈3051

Tabla 2. Áreas de muestreo Sur de Patagonia			
Estrato	Fecha	Esfuerzo (mn)	Área (mn²)
Sur de Santa Cruz	27 de febrero 2001	102.80	≈1777
Tierra del Fuego	27 de febrero 2001	327.95	≈ 5331
Total		430.75	≈7108

El avión ARAVA vuela a una velocidad mínima de 90 nudos. Este avión posee dos ventanillas laterales desde las que se pueden realizar las observaciones, y en el caso de la ventanilla izquierda, posee una burbuja que permite la visualización directamente debajo del avión, mientras que en caso del lado derecho, se establece un sector ciego debajo del avión de 38° (equivalente a 117 metros) (Figura 4).

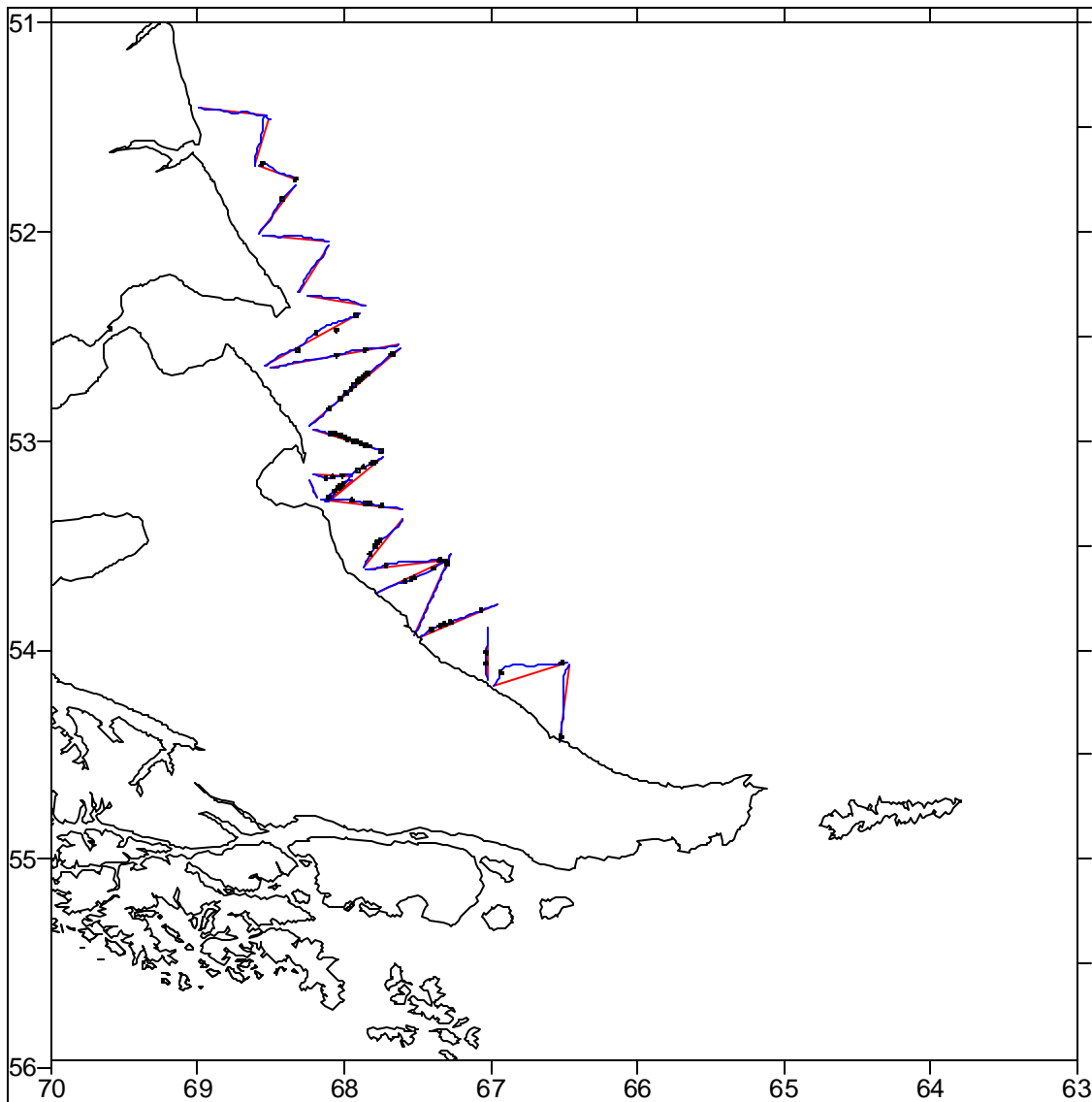


Figura 2. Transectas realizadas en el Sur de Patagonia. En rojo se observan las transectas planificadas y en azul las reales.



Figura 3. Avión CASA –212



Figura 4. Avión ARAVA

Análisis de los datos:

Para el análisis de los datos se descartó el análisis estratificado por observador, debido a que todo el personal involucrado en el relevamiento contaba con igual entrenamiento para el avistamiento de delfines desde el avión. También se descartó la estratificación por estado del mar, se trabajó siempre con Beaufort 0 ó 1, eventualmente con 2. No se detectó influencia de la posición del sol en ninguno de los relevamientos.

El programa DISTANCE 4.1 (release 2) (Thomas *et al.*, 2004) se utilizó para el análisis de los datos, sobre la base de la filosofía del muestreo de poblaciones mediante transectos lineales aplicados a animales que son observados en grupo. Éste estima $f(0)$, la función de densidad de probabilidad evaluada a distancia cero. Tres modelos fueron comparados en el análisis: Hazard rate (Tasa de Riesgo), Heminormal con series de expansión polinomios de Hermite y Uniforme con serie de cosenos, estos son los modelos más usados en relevamientos de cetáceos (Buckland, 1985; Leatherwood *et al.*, 1988; Hiby y Hammond, 1989; Forney *et al.*, 1995). Se utilizó el Criterio de Información de Akaike (AIC) para seleccionar entre modelos (Akaike, 1973; Burnham and Anderson, 1992; Sakamoto *et al.*, 1986 citado en Buckland *et al.*, 1993) y el cociente de verosimilitud ($\alpha = 0.15$), para realizar la selección dentro de los modelos.

Para estimar la densidad de animales en el área es necesario ajustar los datos de distancias a funciones matemáticas que representen como decae la probabilidad de detectar animales a medida que las observaciones se alejan de la línea. Estas funciones de **detección** se denominan funciones **CLAVES** o **PRINCIPALES**, a las que se puede adicionar otra función que se denomina **SERIE DE EXPANSIÓN**. Estas funciones permiten estimar el número de animales sobre la línea, estimación que luego se extrapola al área de muestreo. El modelo general tiene la forma:

$$g(y) = \text{función clave} [1 + \text{serie de expansión}(y)]$$

donde $g(y)$ es la función de probabilidad de detección en base a la distancia a la transecta (y). (Tabla 3)

De la inspección visual de la distribución y estructura de los datos (histograma de distribución de frecuencias de avistamientos en función de la distancia), se determinó la

existencia o no de observaciones lejanas que aportan poco a la estimación de la densidad, la presencia de modas en los datos que afectan el **criterio de forma** deseado (que la frecuencia de las observaciones caiga con la distancia a la transecta), y la presencia de eventuales modas debidas al redondeo en la medición de los ángulos o distancias. Sobre la base de esta inspección previa se truncaron los datos a la derecha a partir de 350m de distancia. Posteriormente al truncado se decidió el agrupamiento adecuado de los datos, es decir, se definieron los intervalos para que el programa evalúe el ajuste a las funciones; optándose por tomar 5 intervalos de igual longitud.

Una vez elegido el truncado y agrupamiento adecuados, sobre la base de la forma general del histograma de distribución de frecuencias de distancias así como lograr una reducción en el coeficiente de variación del estimador de la densidad, se pasó a comparar distintos modelos entre sí. Los criterios para comparar y elegir distintos modelos son:

1) **Cociente de verosimilitud**: permite evaluar el incremento en adecuación del modelo con la adición de términos en la serie de ajuste, es decir evalúa el mejoramiento de ajuste debido a la adición de términos; trabaja en consecuencia con modelos derivados de la misma función clave. Se trabajó con $\alpha = 0.15$ para obtener una mejor potencia en la prueba (Buckland *et al.*, 2001).

2) **Criterio de Información de Akaike** (AIC value): permite comparar modelos de naturaleza distinta, es decir, modelos derivados de diferentes funciones clave. Se recomienda que si la diferencia en el valor de Criterio de Información de Akaike es mayor que 2, se elija el modelo de menor valor.

3) **Prueba de Bondad de Ajuste** (χ^2): mide si las diferencias entre los valores observados y los predichos por el modelo son significativas.

Se evaluó cada uno de los modelos derivados de una función clave comparándolos no sólo sobre la base del Criterio de Información de Akaike, sino también en relación al ajuste de la función a la distribución de distancias, χ^2 , y a los valores del coeficiente de variación. De esta forma modelos que pueden aparecer como atractivos según el valor

de Criterio de Información de Akaike, pueden ser desechados basándose en valores del CV% de la densidad.

Finalmente se estimó para cada uno de los estratos (Tabla 1) la densidad (D) (n° ind/mn²), el tamaño medio de grupo (E(G)), la tasa de encuentro (TE) (ind/mn) (cantidad de observaciones o detecciones por unidad de recorrido), la probabilidad de detectar un objeto en el área (PD) así como medidas de dispersión y error de estas estimaciones. Para los datos agrupados (sin separar por estratos) se estimó la densidad (D) y la densidad de los grupos (DG) (grupos/mn²). Además se estimó la contribución de diversos factores a la varianza del estimador de densidad: a) ajuste de las funciones; b) tamaño de grupo y c) tasa de encuentro. Para el norte se realizó el mismo análisis para los datos agrupados. Las comparaciones dentro de los estratos se realizaron con la prueba de Mann-Witney (Conover, 1999). Los datos fueron truncados a la derecha a los 350 m, para la región Chubut y Norte de Santa Cruz y los 200m para la región Sur de Patagonia.

Con respecto al relevamiento realizado en el Sur de Patagonia, este constituye un relevamiento piloto, siendo el primero que se realiza en esta zona. Durante el análisis de la información se pudo observar que había una heterogeneidad en el número de observaciones realizadas desde cada lado del avión, aun cuando se habían realizado las correcciones correspondientes debido al falta de burbuja en la ventanilla derecha. Esto llevó a hacer un análisis que incluyera esta heterogeneidad en los datos, por lo cual se estimó la densidad para cada lado del avión y se realizó también una estimación global, obtenida como promedio de las anteriores.

Tabla 3. Funciones Clave con sus Series de Expansión

FUNCIÓN CLAVE		SERIE DE EXPANSIÓN
UNIFORME:	$1/w$ w es el punto de corte o truncado	Coseno, $\sum_{j=1}^m a_j \cos\left(\frac{j\pi y}{w}\right)$ Polinomio Simple, $\sum_{j=2}^m a_j \left(\frac{y}{w}\right)^{2j}$
HEMINORMAL:	$e^{-(y^2/2s^2)}$ s parámetro de escala	Coseno, $\sum_{j=2}^m a_j \cos\left(\frac{j\pi y}{w}\right)$ Polinomio de Hermite, $\sum_{j=2}^m a_j H_{2j}(y_s)$ $H_k(y_s)$ es el k-ésimo polinomio de Hermite $y_s = y/s$ valor estandarizado de y
TASA DE RIESGO	$1 - e^{-(y/s)^b}$ s parámetro de escala b parámetro de forma	Coseno, $\sum_{j=2}^m a_j \cos\left(\frac{j\pi y}{w}\right)$

RESULTADOS

- **DISTRIBUCIÓN**

La distribución de los avistamientos se puede observar en la Figura 5, recopilados de acuerdo a la metodología previamente expuesta. Surge claramente que, si bien la mayoría de los avistamientos son costeros, esta especie se desplaza más allá del límite de la plataforma continental. Llegando algunos animales a profundidades de más de 1000m.

La distribución de los avistamientos, en el verano (rojo) y en el invierno (azul) se observa en la Figura 6. Se hace evidente que los avistamientos más alejados de la costa se han realizado durante el verano.

De acuerdo a lo observado en los mapas anteriores se estableció el tipo de sustrato (Parker *et al.*, 1997) en relación con las áreas de mayor cantidad de

avistamientos. La mayor parte de los avistamientos están asociados con fondos donde dominan los fangos (Figura 7), los que incluyen sedimentos con predominio de arcillas y/o limos, como se puede observar en el Golfo San Jorge, y a lo largo de la costa de Santa Cruz y de Tierra del Fuego, en áreas no asociadas con la desembocadura de los ríos patagónicos. En las zonas estuariales los sedimentos predominantes son las

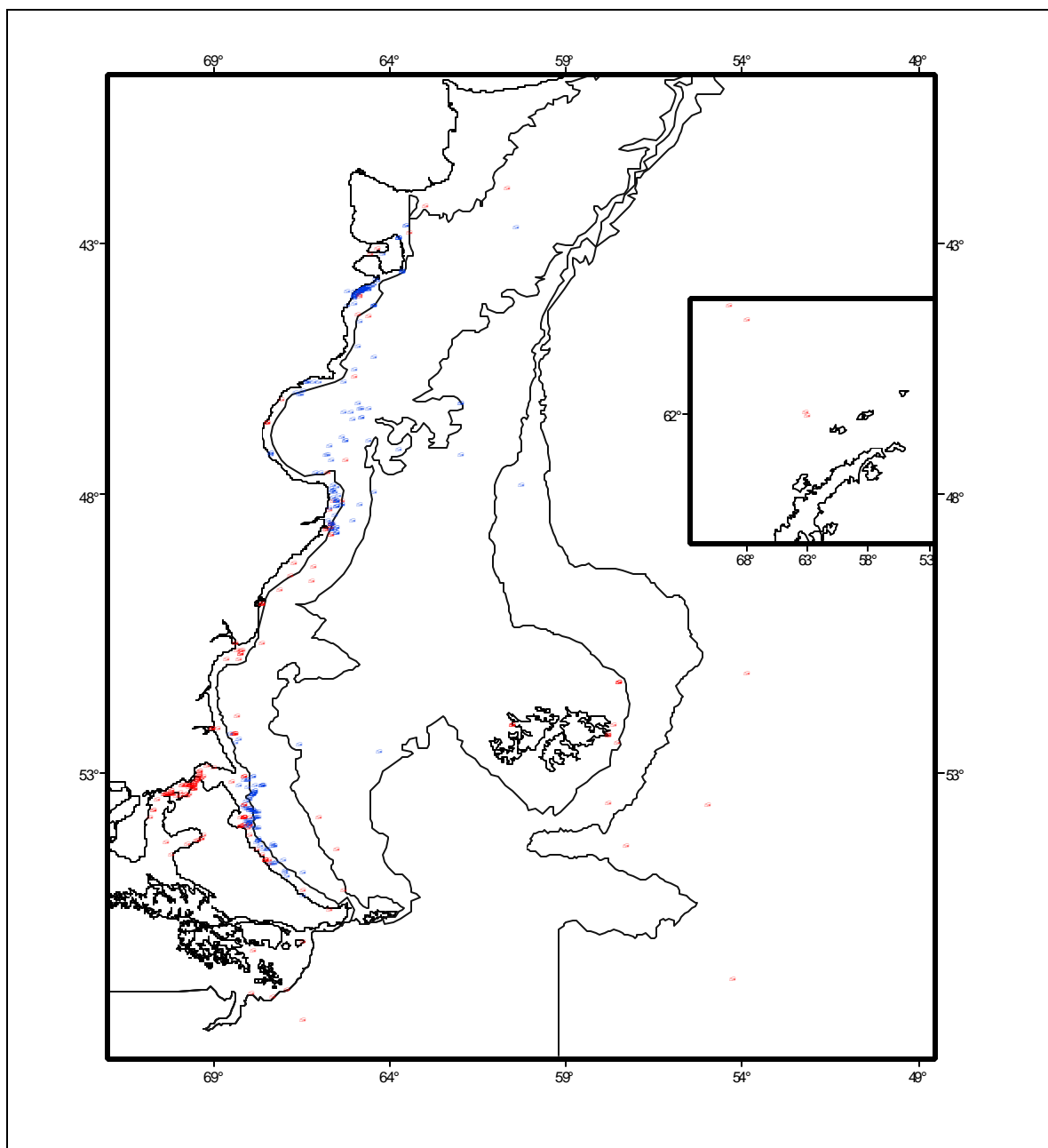


Figura 5. Avistamientos de tonina overa recopilados de bibliografía y otras fuentes (Entrevistas, Relevamientos aereos y Comunicaciones Personales (Juan Carlos López y Raúl González)) ● Anterior a 1992 ● A partir de 1992

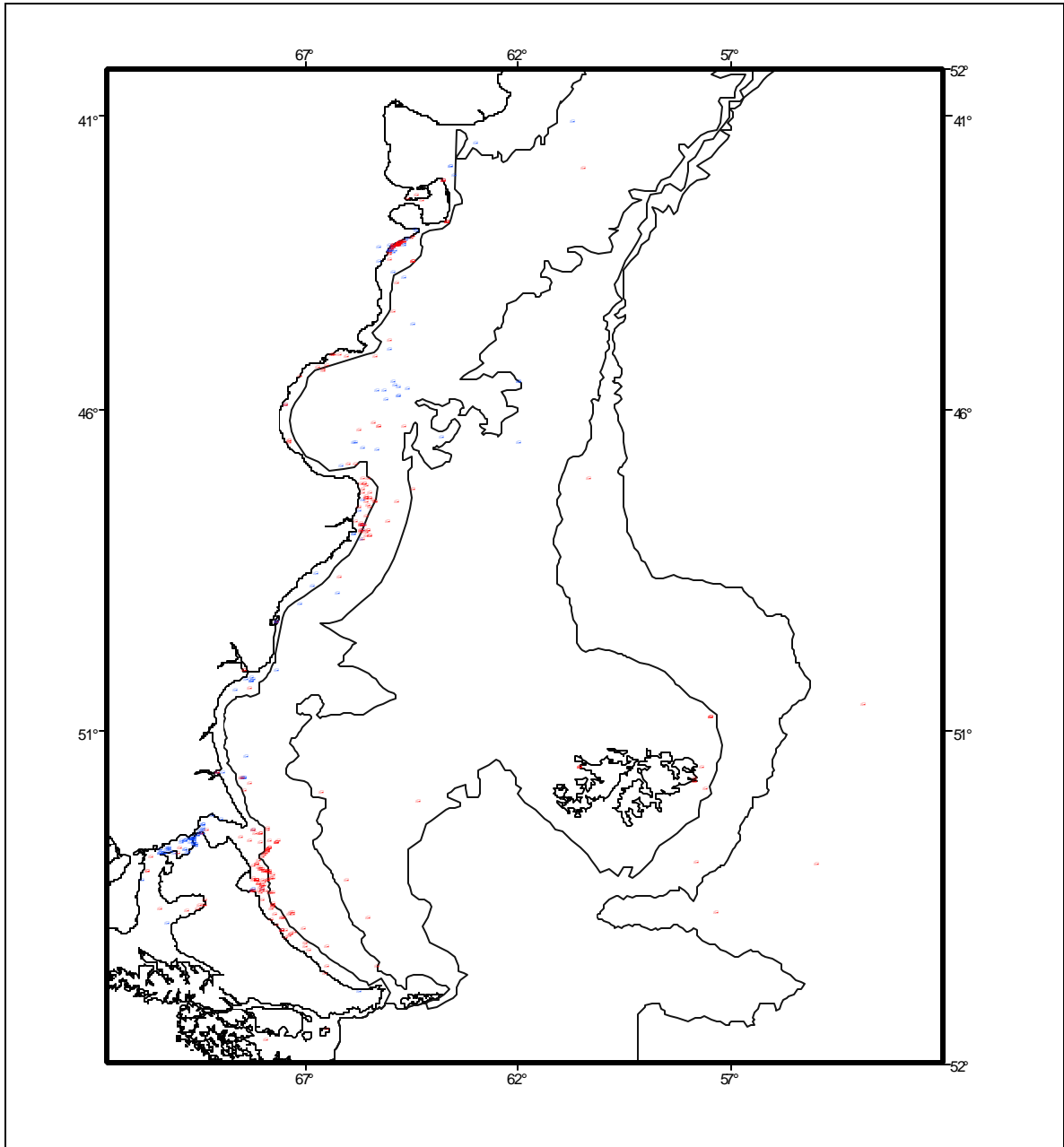


Figura 6. Avistamientos de tonina overa por temporada. ● Verano ● Invierno

gravas y las arenas, este tipo de sustrato también se observa en la boca del Estrecho de Magallanes. La única excepción sería la desembocadura del río Chubut donde el sustrato predominante es la grava.

Con respecto a las características de los estuarios patagónicos, se observa que a excepción del Río Chubut, que presenta un estuario de planicie, desembocando en Bahía Engaño, en una especie de delta de reflujo que no supera los 60m de profundidad; el resto de los ríos ubicados en la provincia de Santa Cruz,

Santa Cruz, Coig y Gallegos. Por otro lado Puerto San Julián se considera un ambiente netamente marino, a pesar de que en otros tiempos recibía aportes fluviales del Bajo San Julián (Piccolo y Perillo, 1997). En la Isla Grande de Tierra del Fuego, existen numerosos estuarios de menor importancia, los más importantes son estuarios de planicie, correspondiendo a los ríos Grande y Carmen Sylva. El Río San Martín, por su lado aporta sus aguas a la Bahía San Sebastián, la cual presenta características de estuario de tipo laguna costera (Piccolo y Perillo, 1997). Estos estuarios son áreas donde hay alta densidad de delfines y en consecuencia coinciden también con áreas donde se realiza explotación turística de la tonina overa, con avistamientos desde embarcaciones.

Basándose en la distribución espacial de salinidad de la Figura 8, Guerrero y Piola (1997) clasifican las masas de agua presentes en la plataforma y talud en cuatro grupos: **1- Agua costera con baja salinidad** ($S < 33,4$ ups) en áreas costeras del estuario del Río de la Plata, El Rincón y Provincia de Santa Cruz, **2- Agua costera con alta salinidad** ($33,8 < S < 34,0$ ups) en centro y sur de la Provincia de Buenos Aires y en la desembocadura de los golfos San Matías y Nuevo, **3- Agua de plataforma media** ($33,4 < S < 33,6/33,7$ ups) a lo largo de la plataforma central desde los orígenes a $55/52^{\circ}\text{S}$ hasta $40/38^{\circ}\text{S}$ y **4- Agua de plataforma externa o talud** ($33,7 < S < 34,0$ ups) en la franja externa de la plataforma, entre el mínimo de salinidad del Agua de Plataforma Media y el máximo de salinidad que caracteriza a la Corriente de Malvinas ($34,1$ ups). Se observa que la mayor cantidad de avistamientos se dan en aguas con salinidades entre 33.2 y 33.6 ups (unidades prácticas de salinidad).

Existen zonas en el Mar Argentino en las que se observan cambios horizontales abruptos de temperatura y/o salinidad. Estas zonas son denominadas frentes oceánicos y están caracterizadas por una intensificación de los gradientes horizontales de propiedad y definen el límite entre masas de agua de diferentes características y/o diferentes estructuras verticales. Los frentes tienen importantes implicancias biológicas, observándose en su entorno concentraciones de componentes de toda la cadena alimenticia, desde fitoplancton hasta grandes mamíferos y aves (Guerrero y Martos, 1998). Esto resulta por la capacidad que tienen los frentes de concentrar plancton y material particulado. Principalmente se destacan el frente de talud y diversos frentes

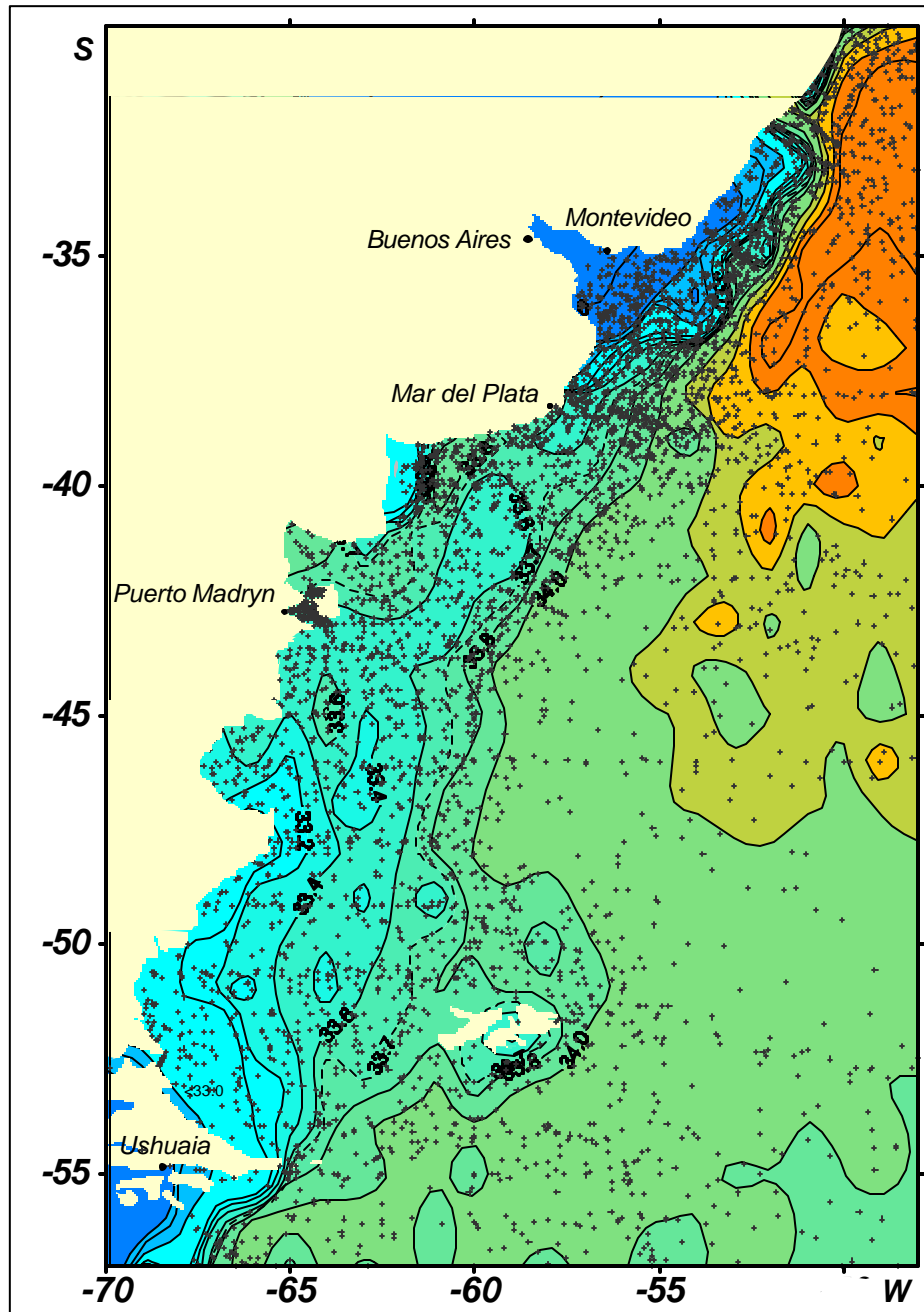


Figura 8. Distribución superficial climatológica de salinidad (media histórica). Extraída de Guerrero y Piola (1997).

costeros (Figura 9). El frente de talud representa el límite entre el agua de origen subantártico de la plataforma continental y las Corrientes de Malvinas y/o de Brasil. Dentro de los frentes costeros podemos distinguir aquellos frentes que resultan por la confluencia de aguas de origen continental y aguas de plataforma y aquellos que, en cercanías de la costa, y por el efecto de las mareas, presentan diferencias en la

estratificación vertical. Entre los primeros, en la región patagónica, se encuentran el frente costero de la zona El Rincón, entre 41 y 39°S y el frente costero a lo largo del litoral de la Provincia de Santa Cruz desde el Estrecho de Magallanes hasta el sector sur del Golfo San Jorge. Dentro del segundo grupo, se encuentra el frente de mareas en las cercanías de Península Valdés. Debe destacarse que los frentes térmicos como el de talud y el de Península Valdés son estacionales, presentándose durante los períodos de primavera y verano cuando la plataforma se estratifica verticalmente por el calentamiento de la capa superior de mezcla (Guerrero y Martos, 1998).

Puede decirse que los frentes costeros y de talud muestran condiciones de productividad más acentuada que el resto de la plataforma (Carreto *et al.*, 1981a y b; Carreto, *et al.*, 1986a y b; Podestá y Esaias, 1988; Lutz y Carreto, 1991; Negri *et al.*, 1992); encontrándose, por lo tanto, asociados a diversas pesquerías como son las de merluza (Podestá, 1989; Bertolotti *et al.*, 1996), calamar (Otero *et al.*, 1981; Bertolotti *et al.*, 1996; Brunetti e Ivanovic, 1992), anchoita (Sánchez y Ciechowski, 1995) y corvina (Lasta y Acha, 1996) entre las más importantes. La mayoría de los avistamientos de tonina overa se han realizado en áreas asociadas con estos frentes (Figura 4 y Figura 9), con excepción del frente el Rincón. Aún así hay avistamientos esporádicos en esta área.

La profundidad no parece ser un factor relacionado con la distribución de la tonina (Figura 5). Se observan individuos desde las zonas costeras en profundidades que no superan los 10m, hasta más allá de talud en profundidades superiores a los 200m, cubriendo distancias muy alejadas de la costa (350km a 850 km hacia el este).

No hay una relación entre el tamaño de grupo (*cluster*) y la profundidad en la que se realizó el avistamiento (τ de Kendall, $p > 0.7$) (Figura 10). Tampoco se hace evidente una relación entre la profundidad y la latitud en las que se observan los distintos grupos (Figura 11), sin embargo el análisis de correlación en este caso da significativo (τ de Kendall, $p < 0.01$), a medida que aumenta la latitud disminuye la profundidad media a la que se observaron los grupos. Lo mismo sucede con la relación entre la latitud y el tamaño de *cluster* (τ de Kendall, $p < 0.001$), a mayor latitud menor es el tamaño de *cluster* observado.

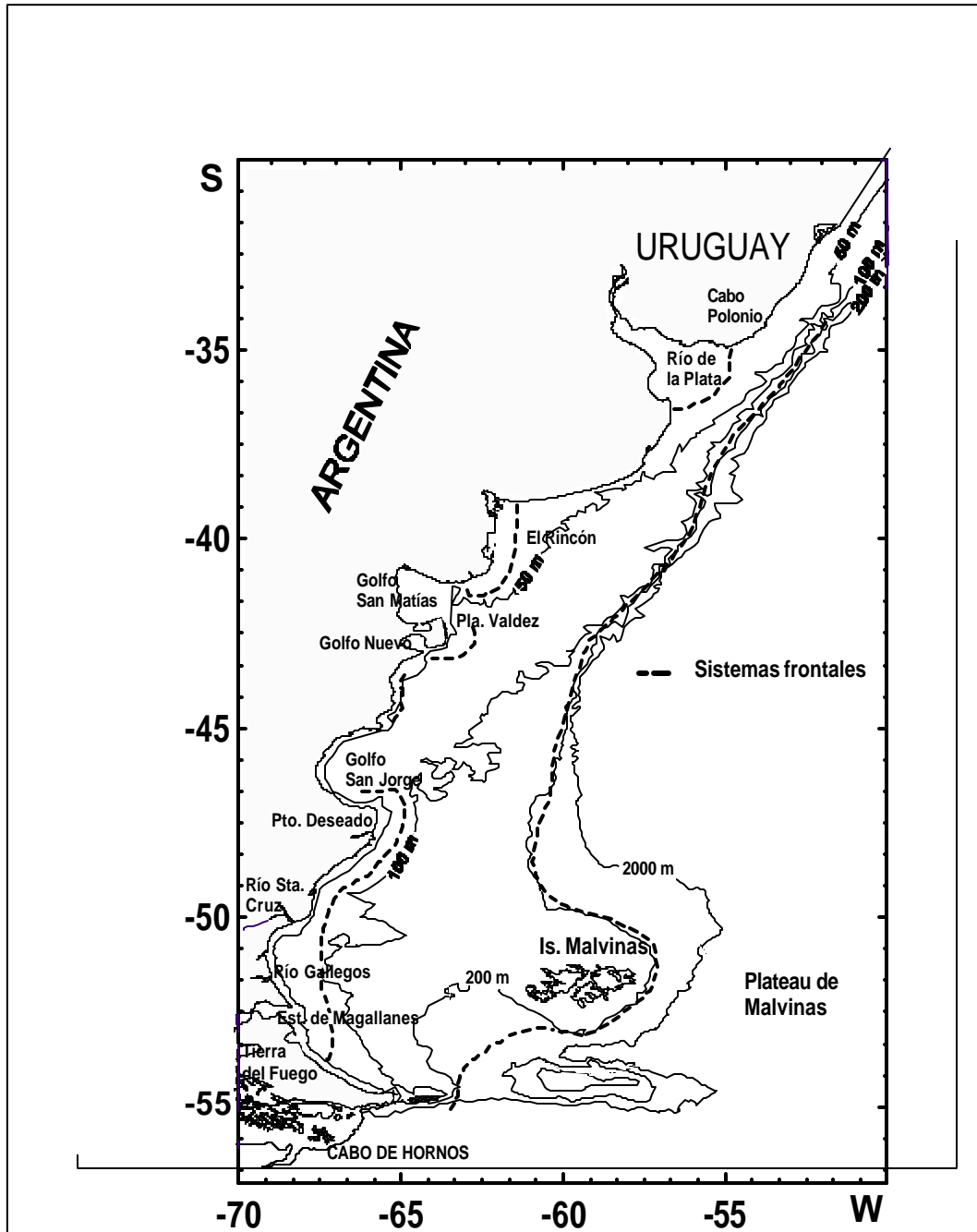


Figura 9 Principales regiones frontales en la plataforma continental argentina y talud adyacente. Extraída de Guerrero y Martos (1998)

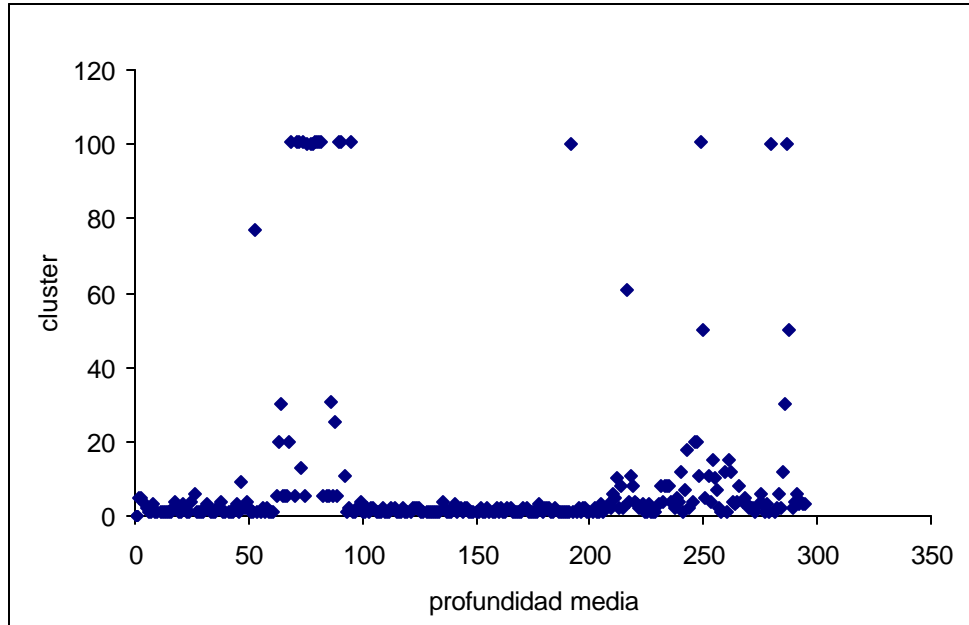


Figura 10. Relación entre el tamaño de *cluster* y la profundidad media

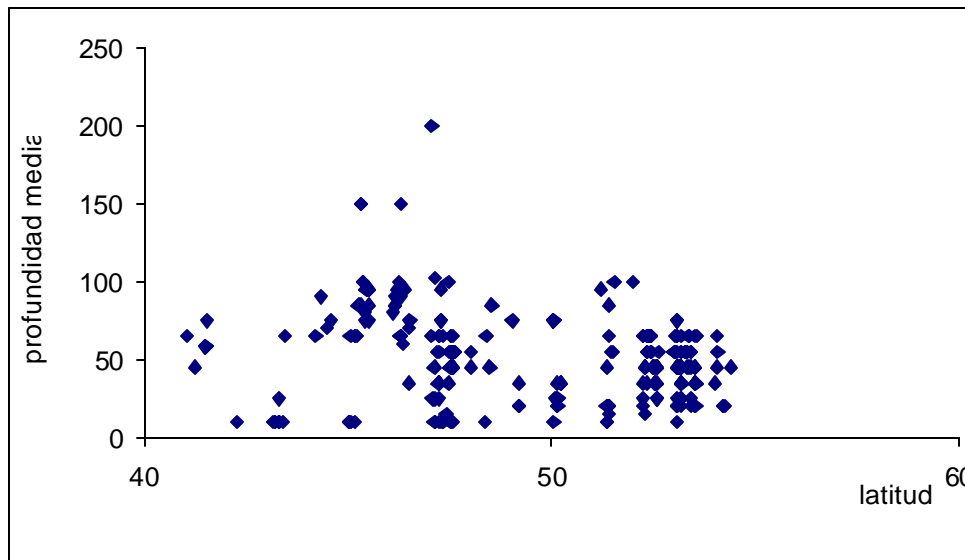


Figura 11. Relación entre la profundidad media y la latitud en las que se realizaron avistamientos

Por estudios de dieta se sabe que la tonina overa, se alimenta de peces que no superan los 20 cm de longitud, además de calamares de pequeño tamaño. Las especies presa más importantes son: a) juveniles y postlarvas de merluza (*Merluccius hubbsi*), en tallas que no superaron los 20 cm; b) calamares (*Illex argentinus* y *Loligo gahi*); c) anchoita (*Engraulis anchoita*), d) nototenidos (*Patagonotothen ramsayi*); e) pampanito (*Stromateus brasiliensis*); todas estas encontradas en estómagos

provenientes de individuos capturados incidentalmente por la pesquería en el norte de Patagonia (Crespo *et al.*, 1994; Koen Alonso, 1999). Con respecto al sur de Patagonia, la información disponible previa a este trabajo (Bastida *et al.*, 1988) indica a las siguientes especies presas: a) mysidos (*Arthromysis magellanica*), b) pejerrey (*Austroatherina* (= *Odontesthes*) *smithi* y *A. nigricans*), c) sardina fueguina (*Sprattus fuegensis*), d) merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). Todos los peces encontrados en los contenidos estomacales se hallaban en un rango de longitudes de entre 5 y 15 cm. Estudios posteriores sobre dieta (esta tesis) señalan a la sardina fueguina como la especie presa más importante, seguida por otras especies de peces (pejerrey, nototeniás y merluza de cola) y calamar (*Loligo gahi*).

La merluza (*M. hubbsi*) es una especie demersal pelágica característica de aguas templado frías relacionadas con el sistema de la Corriente de Malvinas. Los ejemplares juveniles (menores de 35 cm de largo total) se concentran en áreas de crianza localizadas, en la región patagónica al sur de 43°S especialmente desde el sur de Isla Escondida hasta el Golfo San Jorge (Angelescu y Prenski, 1987). Koen Alonso (1999) encuentra que esta especie es la presa dominante con un valor de IRI% (importancia relativa porcentual) de 85.94%, en toninas overas que fueron capturadas en la zona norte de Patagonia.

La abundancia de la anchoita (*Engraulis anchoita*) está asociada en la región patagónica con dos frentes, el de Península de Valdés y el de la zona de Isla Escondida (Figura 12), en las costas de Chubut, siendo esta última área el centro reproductivo del stock patagónico o austral de la especie (Hansen, 1998). En la figura 5 se puede observar que esta zona coincide con un área de alta densidad de avistamientos. Esta especie es pelágica y fue encontrada por Koen Alonso (1999) como especie presa de la tonina overa, con un valor de IRI%¹ menor al 1%.

Los calamares, *Illex argentinus* y *Loligo gahi*, en las tallas (3.7 a 12 cm de largo de manto) consumidas se pueden considerar como especies presa de hábitos pelágicos (Koen Alonso, 1999). Su distribución abarca toda el área de distribución de la tonina overa (Barón, 2001; Brunetti *et al.*, 1998). Junto con la merluza constituyen las especies

¹ Ver Capítulo 2

presa más importantes de la tonina overa en el norte y centro de Patagonia (Koen Alonso, 1999).

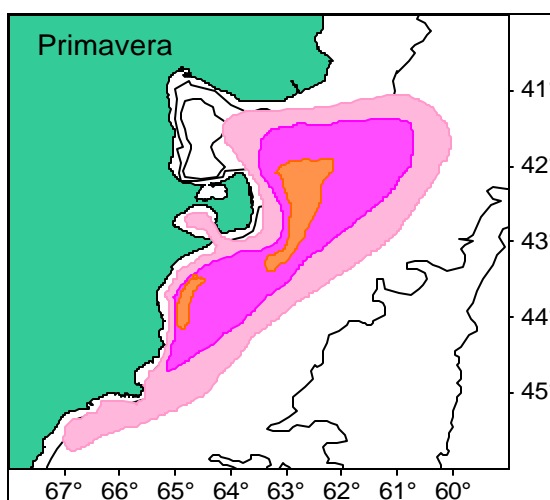


Figura 12. Principales concentraciones de anchoita patagónica adulta, en primavera. Extraído de Hansen (1998)

La sardina fueguina (*Sprattus fueguensis*) (Flia. Cupeidae) ha sido ubicada por Menni y Gosztonyi (1982) y Menni y López (1984) en el grupo de fauna magallánica, Angelescu (1960) señala que es una especie abundante en la Patagonia, en el Archipiélago Fueguino, plataforma Argentina, incluida Malvinas hasta Golfo Nuevo. Para esta última zona lo citan Fenucci *et al.* (1974) en los meses de febrero y marzo a una profundidad de 30 m, con temperaturas en superficie de 8.9 °C y 9.2 °C en el fondo y salinidades de 31,535 ‰. Habita en áreas que presentan fondos de piedra y arena y canto rodado. Se trata de una especie pelágica costera, de costumbres gregarias parecidas a las que presenta *Engraulis anchoita*, principalmente se encuentra al sur de los 45°S (Mardirolas y Hansen, 1998).

Las nototeniias constituyen otro de los grupos importantes en la dieta de la tonina overa. El género Patagonotothen se encuentra representado en la dieta por varias especies, (*P. cornucola*, *P. ramsayi*, *P. sima*, *P. tessellata*) constituyendo una presa de amplia distribución en la plataforma continental patagónica, que se puede ubicar dentro del grupo demersal bentónico.

El pampanito (*Stromateus brasiliensis*), es una especie demersal pelágica que se

distribuye en la plataforma entre 30 y 200 m en el norte patagónico (Angelescu y Prenski, 1987). El pejerrey (*Odontesthes nigricans*) es una especie que se encuentra en la plataforma patagónica y con hábitos demersales pelágicos (Gosztonyi, com. per.) mientras que la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) se halla en la plataforma continental de Patagonia central y el talud frente a la provincia de Bs. As (Gosztonyi, 1981, Menni *et al.*, 1981). Angelescu y Gneri (1960) establecen como límite austral para esta especie, la costa oriental de Tierra del Fuego, Bahía San Sebastián y Cabo San Pablo. El área permanente de ocupación es la plataforma patagónica – fueguina. Se considera una especie euribática capaz de adaptarse a distintas profundidades y condiciones hidrológicas. Angelescu y Prenski la incluyen en la comunidad demersal pelágica del conjunto pesquero de la plataforma y talud continental entre los 40 y 800 m de profundidad. Los juveniles frecuentan las aguas costeras (Leible *et al.*, 1981).

Se puede observar una superposición en las áreas de distribución de la tonina overa y sus presas más importantes. Aunque su dieta cambia a medida que aumenta la latitud, se puede observar que de acuerdo a lo que afirma Koen Alonso (1999), es una especie oportunista con hábitos pelágicos de alimentación, utilizando recursos demersal bentónicos en áreas que presentan grandes amplitudes de marea.

- **ABUNDANCIA**

En la zona norte se relevaron 26518 mn² en dos áreas, litoral de Chubut y litoral Norte de Santa Cruz, con 78 y 48 transectas respectivamente (Tabla 1). El número de observaciones fue 19 y 42, en las respectivas áreas (Tabla 4). El área Chubut comprende las zonas (a) norte y (b) Golfo San Jorge, definidas en materiales y métodos, se debieron agrupar los datos debido al bajo número de observaciones que se realizaron en la zona (a)

Los resultados obtenidos con los datos agrupados para estimar $f(0)$ se presentan en la Tabla 5. El modelo seleccionado para la función de detección es la heminormal

$\left(e^{-\left(\frac{y^2}{2(190.9^2)} \right)} \right)$ (Figura 13); su selección se basó en la prueba de cociente de verosimilitud ($p > 0.9$) para los modelos anidados y valor del mínimo AIC para los modelos no

anidados (Buckland *et al.*, 1993). Por último se tuvo en cuenta el valor de la prueba de bondad de ajuste χ^2 ($p > 0.5$).

Tabla 4. Número de Avistamientos en Chubut y Norte de Santa Cruz

Estrato	Fecha	Esfuerzo (mn)	Número de <i>cluster</i>
Chubut	17 de noviembre de 1994	227.7	3
	25 de noviembre de 1994	371.1	4
	8 de noviembre de 1995	471.2	2
	27 de noviembre de 1995	541.5	1
	12 de diciembre de 1995	20.1	0
	4 de diciembre de 1996	28.3	0
	14 de febrero de 2000	239.9	9
	Total		1899.8
Norte de Santa Cruz	17 de noviembre de 1994	152.5	23
	27 de noviembre de 1995	60.6	2
	12 de diciembre de 1995	367.4	11
	4 de diciembre de 1996	370.3	6
	Total		950.8

Los valores de tasa de encuentro (TE) y tamaño medio de *cluster*, para los datos agrupados (Chubut y Norte de Santa Cruz) se observan en la Tabla 6. Por otro lado en la Tabla 7 se presentan los valores estimados de densidad de *cluster* (DS) y densidad de individuos (D) para toda el área relevada, con esto se estima que el número de toninas overas esperado en la región es aproximadamente de 7216 ejemplares. En esta estimación el mayor aporte a la varianza está dado por el tamaño de *cluster* (70.9%), mientras que la función de probabilidad de detección aporta el 5.7%.

Tabla 5. Parámetros asociados con la función de probabilidad de detección Chubut y Norte de Santa Cruz

Parámetro	Estimación	%CV	GL	Intervalo de confianza del 95%
AIC	693.5			
Chi-p	0.58667			
f(0)	0.00444786	11.67	59	0.003588 - 0.005652
p	0.63795	11.67	59	0.5055 - 0.80510
ESW	223.28	11.67	59	176.93 – 281.78

AIC: Criterio de información de Akaike; Chi-p: probabilidad de la prueba de bondad de ajuste de χ^{2v} ; f(0): valor de la función de densidad de probabilidad en el cero; p: probabilidad de observar un objeto en el área definida; ESW: ancho efectivo de banda (m)

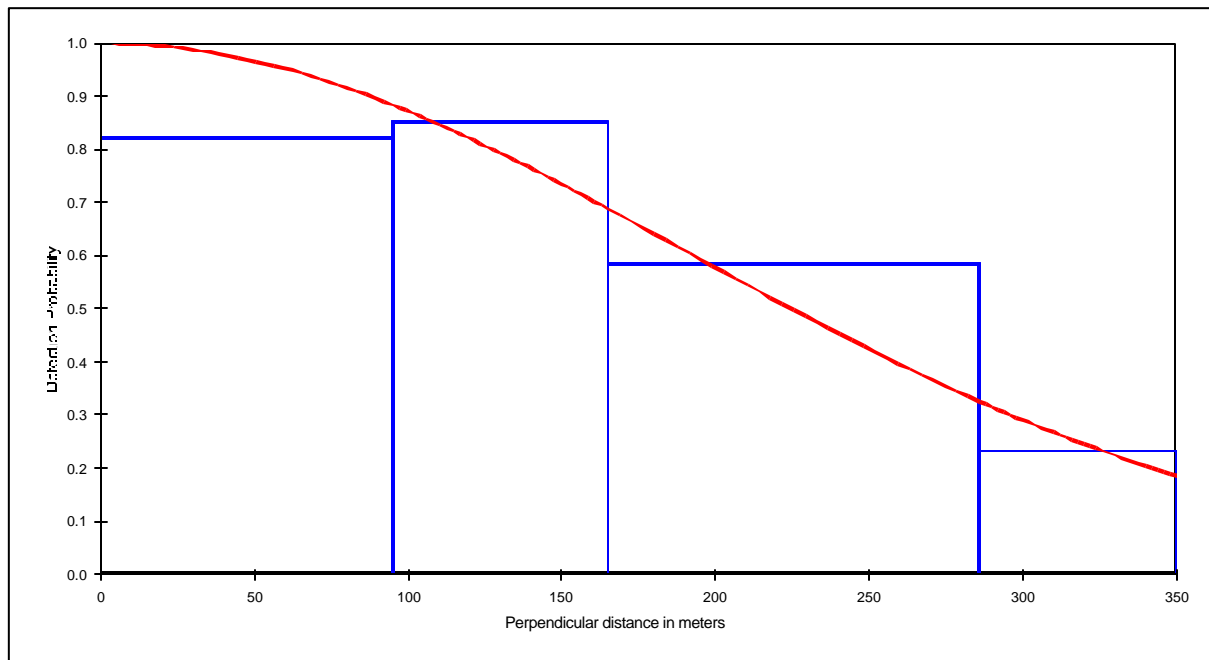


Figura 13. Función de probabilidad de detección² para los datos agrupados Chubut y Norte de Santa Cruz

² Los gráficos obtenidos tienen los nombres en inglés eje x: distancia perpendicular en metros, eje y: función de probabilidad de detección.

Tabla 6: Tasa de encuentro y Tamaño medio de *cluster* para la tonina en Chubut y Norte de Santa Cruz

	Estimación puntual	Error Estándar	%CV	GI	Intervalo de Confianza del 95%
TE	0.021052	0.0049772	23.64	125	0.013269 - 0.0334
E(S)	3.1167	1.2822	41.14	59	1.4127 – 6.876

TE: Tasa de encuentro (*cluster*/mn) ; E(S): valor esperado del tamaño de *cluster*.

Tabla 7: Estimación de densidad global para Chubut y Norte de Santa Cruz.

	Estimación puntual	%CV	GI	Intervalo de Confianza del 95%
DS (<i>cluster</i> /mn ²)	0.087307	26.37	171.73	0.052338 – 0.14564
D (delfines/mn ²)	0.27211	48.86	110.98	0.10877- 0.68071
N	≈7216			2884 - 18051

D: Densidad; DS: Densidad de *cluster*, N: abundancia (número de delfines).

Los resultados obtenidos anteriormente se compararon con nuevas estimaciones en las que se consideró un análisis por estratos, Chubut y Norte de Santa Cruz, debido a que el esfuerzo realizado en un área y en otra es claramente diferente (Tabla 4) . En este análisis se obtuvo una función de probabilidad de detección para cada estrato, se estimó la tasa de encuentro, el valor esperado de tamaño de *cluster* y la densidad por estrato. También se estimó una densidad global para toda el área relevada pesada por el esfuerzo realizado en cada uno de ellos. En la Tabla 8 se pueden observar el número de transectas, el esfuerzo y el número de avistamientos por estrato.

Para el estrato Chubut la función de probabilidad de detección seleccionada corresponde a un modelo heminormal $\left(e^{\left(\frac{y^2}{2(195.4^2)} \right)} \right)$; mientras que para el estrato Norte de Santa Cruz el modelo seleccionado es también heminormal $\left(e^{\left(\frac{y^2}{2(189.0^2)} \right)} \right)$ (Figura 14 y 15 respectivamente). En la Tabla 9 se presentan los resultados correspondientes a los parámetros asociados con cada uno de estos modelos.

Tabla 8. Esfuerzo, tamaño de muestra y número de avistamientos por estrato en Chubut y Norte de Santa Cruz.

Estrato	Número de transectas	Esfuerzo (mn)	Número de <i>cluster</i>
Chubut	78	1899.70	19
Norte de Santa Cruz	48	950.401	42
Total	126	2850.101	61

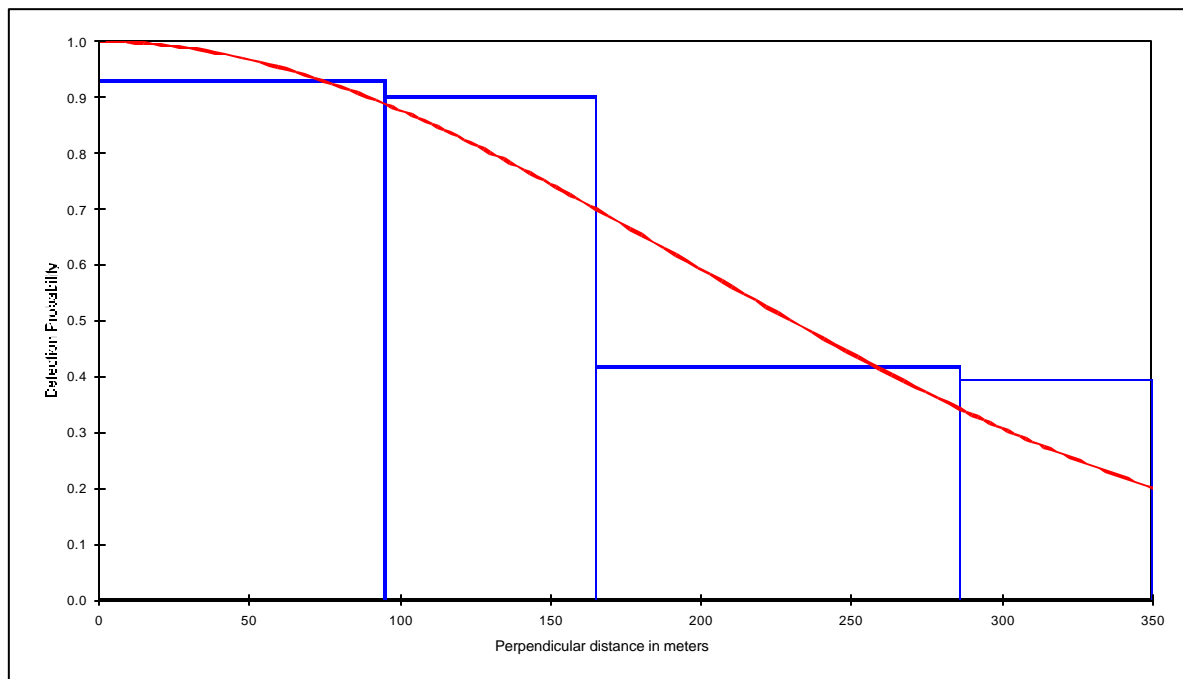


Figura 14. Función de probabilidad de detección para el estrato Chubut

La tasa de encuentro (TE) del estrato Norte de Santa Cruz fue significativamente mayor que la observada en el estrato Chubut (Prueba de Mann-Witney, $p < 0.001$), esto también se puede observar a partir de los intervalos de confianza (Tabla 10). No se encontraron diferencias significativas en el tamaño de *cluster* esperado (Prueba de Mann-Witney, $p > 0.1$). El tamaño de *cluster* esperado varía entre 1.3333 y 3.881 individuos por grupo (Tabla 10). La mayoría de los grupos (88.52%) presentó 3 o menos de 3 individuos, un solo grupo de 78 individuos fue observado en el estrato Norte de Santa Cruz en una única ocasión. En el estrato Chubut el mayor aporte a la varianza (74.5%) se debe a la tasa de encuentro, la que resultó con valores relativamente bajos; mientras que en el estrato Norte de Santa Cruz el mayor aporte se debe al tamaño de

cluster (70.3%), este último es el que aporta menos en el estrato Chubut (5.9%).

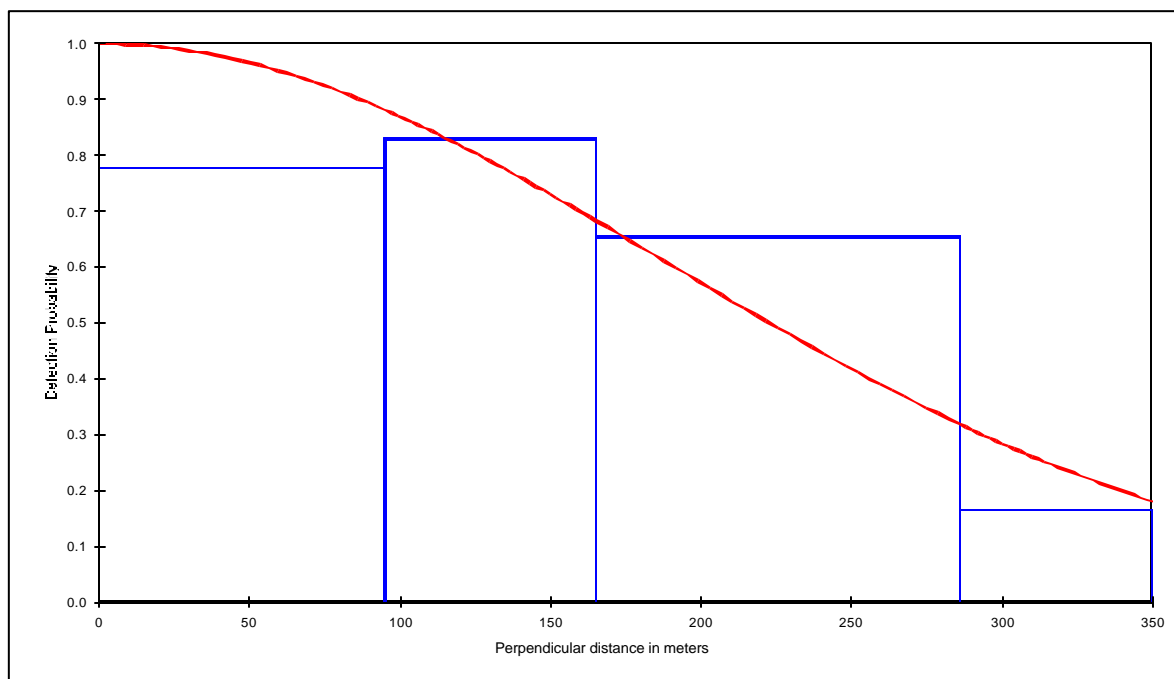


Figura 15. Función de probabilidad de detección para el estrato Norte de Santa Cruz

Tabla 9. Parámetros asociados con la función de probabilidad de detección por estrato en Chubut y Norte de Santa Cruz.

Estrato	Parámetro	Estimación	%CV	GL	Intervalo de confianza del 95%
Chubut					
	AIC	209.71			
	Chi-p	0.75697			
	f(0)	0.0044069	19.18	17	0.0029513 - 0.0065803
	p	0.64834	19.18	17	0.4342 - 0.9681
	ESW	226.92	19.18	17	151.97 – 338.83
Norte de Santa Cruz					
	AIC	485.78			
	Chi-p	0.34047			
	f(0)	0.004599	14.76	41	0.0033528 – 0.006066
	p	0.63353	14.76	41	0.471 – 0.85216
	ESW	221.74	14.76	41	164.85 – 289.26

AIC: Criterio de información de Akaike; Chi-p: probabilidad de la prueba de bondad de ajuste de χ^{2V} ; f(0): valor de la función de densidad de probabilidad en el cero; p: probabilidad de observar un objeto en el área definida; ESW: ancho efectivo de banda (m)

Tabla 10: Tasa de encuentro y Tamaño medio de *cluster* para la tonina en Chubut y Norte de Santa Cruz por estrato.

Estrato	Estimación puntual	Error Estándar	%CV	GI	Intervalo de Confianza del 95%
Chubut					
TE	0.0094752	0.0035416	37.38	77	0.0046117 - 0.019468
E(S)	1.3333	0.14003	10.5	17	1.069 - 1.663
Norte de Santa Cruz					
TE	0.044192	0.011807	26.72	47	0.026057 – 0.074948
E(S)	3.8810	1.8245	47.01	41	1.574 – 9.5691

TE: Tasa de encuentro (*cluster/mn*); E(S): valor esperado del tamaño de *cluster*.

Tabla 11: Estimación de densidad por estratos, Chubut y Norte de Santa Cruz, y para toda el área .

Estrato	Estimación puntual	%CV	GI	Intervalo de Confianza del 95%
Chubut				
DS (<i>cluster/mn</i> ²)	0.038666	42.01	93.52	0.017365 – 0.086096
D (delfines/ <i>mn</i> ²)	0.051555	43.3	103.36	0.022658 – 0.11730
N	≈1210	43.3	103.36	532 - 2753
Norte de Santa Cruz				
DS (<i>cluster/mn</i> ²)	0.18455	30.52	72.34	0.1018 – 0.33457
D (delfines/ <i>mn</i> ²)	0.71623	56.05	75.27	0.25285 – 2.0288
N	≈2185	56.05	75.27	771 - 6190
Total				
DS (<i>cluster/mn</i> ²)	0.087313	24.83	118.29	0.053792 – 0.14172
D (delfines/ <i>mn</i> ²)	0.27320	49.3	77.13	0.10792 – 0.69163
N	≈ 7245	49.3	77.13	2862 - 18341

D: Densidad; DS: Densidad de *cluster*, N: abundancia (número de delfines).

El estrato Norte de Santa Cruz es el que presenta mayor densidad, un orden de magnitud mayor que la densidad estimada para el estrato Chubut (Tabla 11). Se observa a partir de los intervalos de confianza del 95% que no hay solapamientos, lo

que implica que existen diferencias significativas entre ambos estratos. Sucede lo mismo para la densidad de *cluster* observándose que no hay un solapamiento en los intervalos de confianza.

En la región sur se relevaron 7108 m², en dos estratos Sur de Santa Cruz y Tierra del Fuego. El esfuerzo realizado fue de 430.75 mn (Tabla 2), con 7 transectas en el estrato Sur de Santa Cruz y 16 en Tierra del Fuego. El número de *cluster* observado en cada estrato fue 3 y 92 respectivamente.

En la Tabla 12, se presentan las estimaciones relacionadas con la función de probabilidad de detección seleccionada para los datos agrupados, sin estratificar. La función seleccionada es la que se corresponde con un modelo Hazard Rate

$$\left(1 - e^{-\left(\frac{y}{109}\right)^{-4.62}}\right) \text{ (Figura 16).}$$

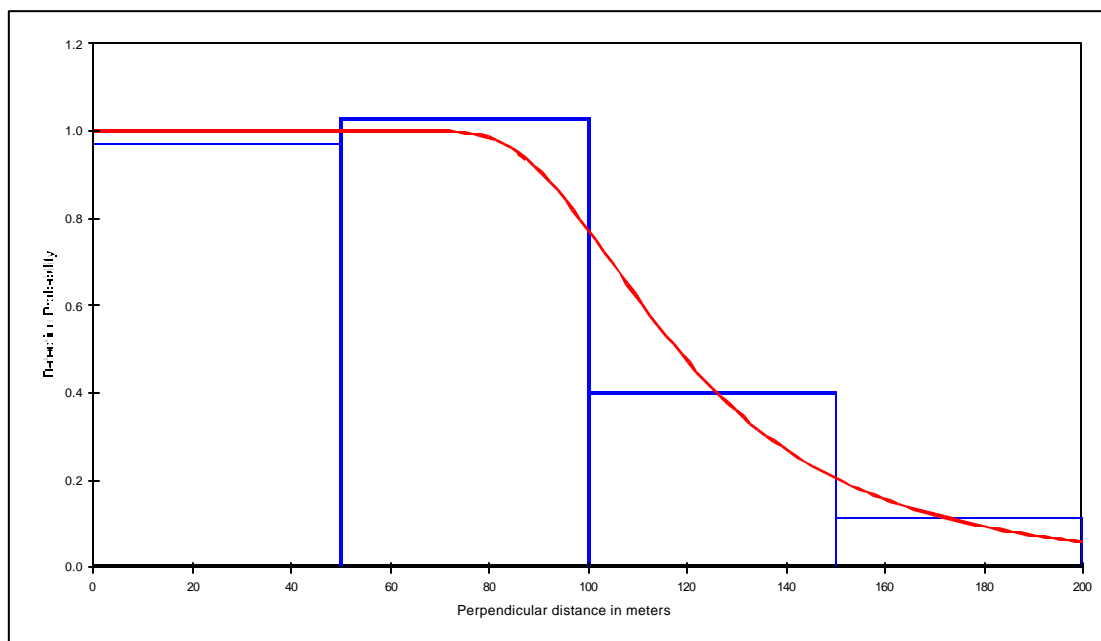


Figura 16. Función de probabilidad de detección Patagonia Sur

Tabla 12. Parámetros asociados con la función de probabilidad de detección Patagonia Sur

Parámetro	Estimación	%CV	GL	Intervalo de confianza del 95%
AIC	897.76			
Chi-p	0.56724			
f(0)	0.0079599	7.68	86	0.0068345 - 0.0092707
p	0.62815	7.68	86	0.53934 - 0.73159
ESW	125.63	7.68	86	107.87 – 146.32

AIC: Criterio de información de Akaike; Chi-p: probabilidad de la prueba de bondad de ajuste de χ^{2v} ; f(0):valor de la función de densidad de probabilidad en el cero; p: probabilidad de observar un objeto en el área definida; ESW: ancho efectivo de banda (m)

Los valores de tasa de encuentro (TE) y tamaño medio de *cluster*, para los datos agrupados, se observan en la Tabla 13. Por otro lado en la Tabla 14 se presentan los valores estimados de densidad de *cluster* (DS) y densidad (D) para toda el área relevada, con esto se estima que el número de toninas overas esperado en la región Patagonia Sur es de aproximadamente 14717 ejemplares. El mayor aporte a la varianza se debe a la TE (89.5%) y el menor aporte lo realiza el tamaño de *cluster* (2.6%), el 97.9% de los *cluster* tuvo un tamaño menor o igual a 3.

Tabla 13: Tasa de encuentro y Tamaño medio de *cluster* para la tonina en Patagonia Sur

	Estimación puntual	Error Estándar	%CV	GI	Intervalo de Confianza del 95%
TE	0.20429	0.052851	25.87	23	0.12067 - 0.34588
E(S)	1.375	0.061147	4.45	87	1.2587 – 1.5020

TE: Tasa de encuentro (*cluster*/mn) ; E(S): valor esperado del tamaño de *cluster*.

Tabla 14: Estimación de densidad global para Patagonia Sur.

	Estimación puntual	%CV	GI	Intervalo de Confianza del 95%
DS (<i>cluster</i> /mn ²)	1.5058	26.99	27.18	0.87416 – 2.5939
D (delfines/mn ²)	2.0705	27.35	28.67	1.1951 – 3.5872
N	≈14717			8495 - 25498

D: Densidad; DS: Densidad de *cluster*, N: abundancia (número de delfines).

Se presentan a continuación los resultados obtenidos, cuando se realizó el análisis por lado del avión, dado que el ARAVA presenta dos tipos de ventanillas, como ya se indicó anteriormente, y teniendo en cuenta la heterogeneidad observada en las observaciones realizadas en el vuelo. La función de detección fue modelada para cada lado y se estimó para cada lado la TE y el E(S), también se obtuvo la densidad para cada lado y se realizó una estimación de la densidad global como promedio de las anteriores.

Para el lado izquierdo (ventana con burbuja) el modelo seleccionado se corresponde con una heminormal $\left(e^{\left(\frac{-y^2}{2(124.9)^2} \right)} \right)$ (Figura 17); para el lado derecho (ventana sin burbuja) el modelo seleccionado es Hazard Rate $\left(1 - e^{\left(-\left(\frac{y}{101.4} \right)^{-3.602} \right)} \right)$ (Figura 18).

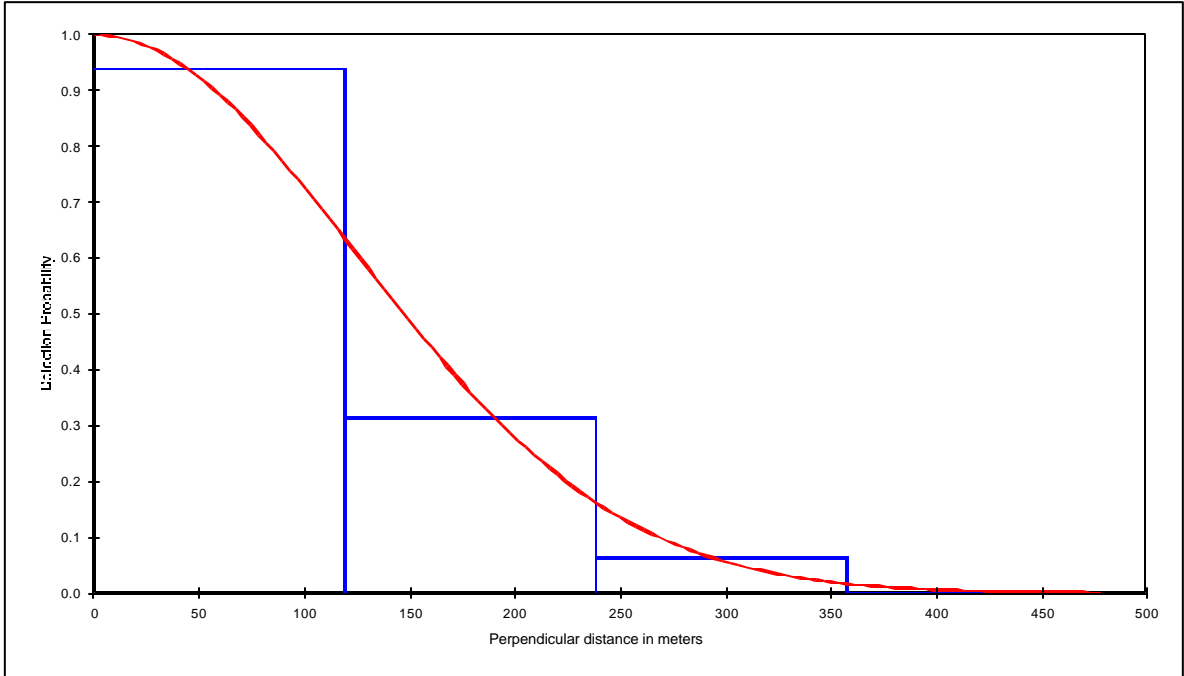


Figura 17. Función de probabilidad de detección lado Izquierdo (ventana con burbuja) , Patagonia Sur

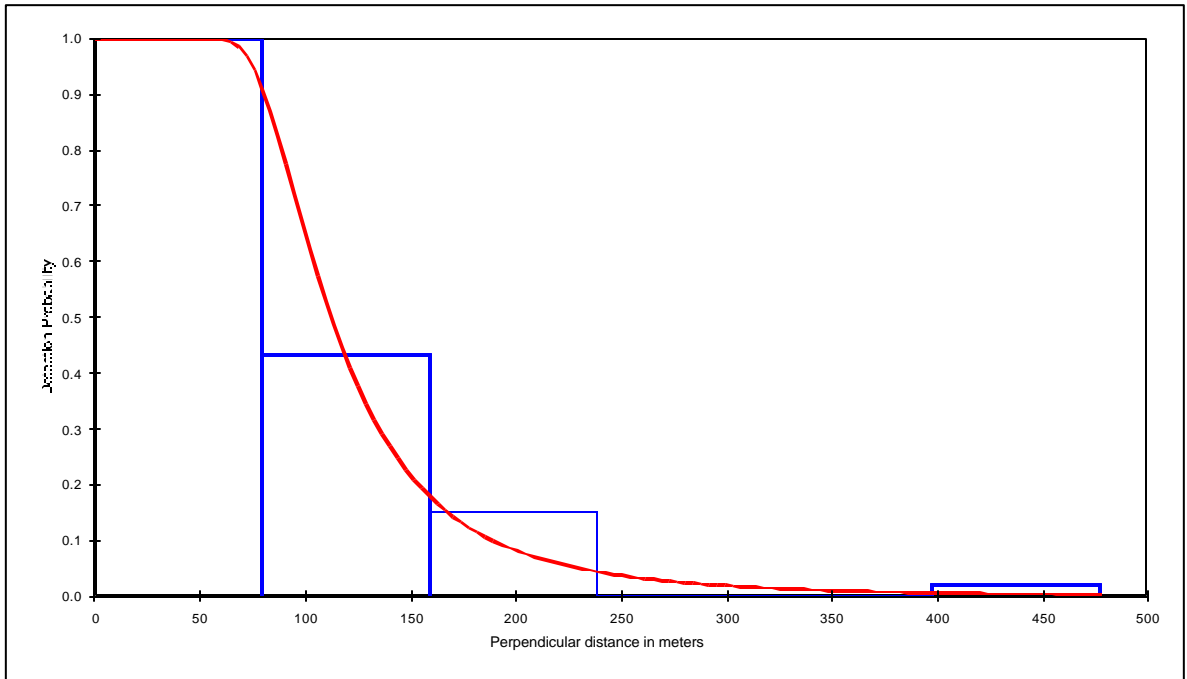


Figura 18. Función de probabilidad de detección lado Derecho (ventana sin burbuja) Patagonia Sur

Los resultados relacionados con cada uno de los modelos seleccionados se presentan en la Tabla 15.

Tabla 15. Parámetros asociados con la función de probabilidad de detección Patagonia Sur, por lado

Lado	Parámetro	Estimación	%CV	GL	Intervalo de confianza del 95%
Izquierdo (con burbuja)	AIC	235.19			
	Chi-p	0.26883			
	f(0)	0.0063882	14.97	20	0.0046833 - 0.0087139
	p	0.32837	14.97	20	0.24073 - 0.44791
	ESW	156.54	14.97	20	114.76 – 213.53
Derecho (sin burbuja)	AIC	787.4			
	Chi-p	0.12687			
	f(0)	0.0078428	10.19	72	0.0064045 - 0.0096042
	p	0.26747	10.19	72	0.21841 – 0.32753
	ESW	127.51	10.19	72	104.12 – 156.14

AIC: Criterio de información de Akaike; Chi-p: probabilidad de la prueba de bondad de ajuste de χ^{2v} ; f(0): valor de la función de densidad de probabilidad en el cero; p: probabilidad de observar un objeto en el área definida; ESW: ancho efectivo de banda (m)

Los valores de tasa de encuentro (TE) y tamaño medio de *cluster* (E(S)), para cada lado se observan en la Tabla 16. Se observa que la TE del lado izquierdo es aproximadamente 4 veces menor que la estimada para el lado derecho, pero no se observan diferencias en cuanto al tamaño de *cluster*. Por otro lado en la Tabla 17 se presentan los valores estimados de densidad de *cluster* (DS) y densidad (D) para cada lado, también se presenta la densidad promedio de ambos lados, con esto se estima que el número de toninas overas esperado en la región Patagonia Sur es de aproximadamente 15458 ejemplares. El mayor aporte a la varianza se debe a la TE en ambos lados, siendo mayor en lado derecho que en el izquierdo. El menor aporte lo realiza, en ambos lados, el tamaño de *cluster*. Existen diferencias significativas en las estimaciones realizadas para cada lado (Tabla 17). Por otro lado la estimación global es aproximadamente igual a la obtenida con los datos agrupados.

Tabla 16: Tasa de encuentro y Tamaño medio de *cluster* para la tonina en Patagonia Sur por lado

Estrato	Estimación puntual	Error Estándar	%CV	GI	Intervalo de Confianza del 95%
Izquierdo					
TE	0.097502	0.024337	24.96	23	0.05864 - 0.16214
E(S)	1.2857	0.10102	7.86	20	1.0916 - 1.5143
Derecho					
TE	0.34358	0.094873	27.61	23	0.19611 – 0.60195
E(S)	1.4459	0.079665	5.51	73	1.2957 – 1.6136

TE: Tasa de encuentro (*cluster/mn*) ; E(S): valor esperado del tamaño de *cluster*.

Tabla 17 Estimación de densidad global para Patagonia Sur y por lado

	Estimación puntual	%CV	GI	Intervalo de Confianza del 95%
Izquierda				
Heminormal				
DS (<i>cluster/mn</i> ²)	0.57677	29.1	37.01	0.323366 - 1.0278
D (delfines/ <i>mn</i> ²)	0.74156	30.15	42.19	0.40898 - 1.3446
N	≈5270	30.15	42.19	2907 - 9557
Derecha				
Hazard Rate				
DS (<i>cluster/mn</i> ²)	2.4952	29.43	29.52	1.3845 – 4.4972
D (delfines/ <i>mn</i> ²)	3.6080	29.94	31.60	1.9856 – 6.5557
N	≈25646			14114 - 46598
Total				
DS (<i>cluster/mn</i> ²)	1.5360	24.52	32.61	0.93921 – 2.512
D (delfines/ <i>mn</i> ²)	2.1748	25.37	34.32	1.3095 – 3.6118
N	≈15458			9307 - 25673

D: Densidad; DS: Densidad de *cluster*, N: abundancia (número de delfines).

DISCUSIÓN

Del análisis de los resultados, se puede ver que la tonina overa se distribuye en el Atlántico Sur desde aproximadamente los 43°S a los 55°S; mientras que el límite al este es difuso, pudiéndose asociar con la isobata de 200m. También se puede inferir que algunos animales, eventualmente se mueven más allá de estos límites, todas las observaciones realizadas fuera de estos límites correspondieron a animales individuales y nunca a grupos de individuos. Por otro lado los avistamientos más alejados de la costa se han dado en el verano. Estos resultados, con respecto a los límites orientales de la zona de estudio, deben tomarse con cuidado, pues probablemente estén afectados por el esfuerzo de avistamiento. Cabe recordar que el mayor esfuerzo, para información recopilada, se realizó desde la costa hasta la isobata de 100 m, siendo ésta el área donde realiza su actividad la flota pesquera de arrastre que opera en Patagonia, y donde se realizaron los relevamientos aéreos para estimar abundancia. Lo que sí queda claro es que probablemente la tonina overa no sea una especie eminentemente costera como se ha sostenido hasta el momento (Goodall, 1994; Goodall, *et al.*, 1988) sino que su rango de distribución sea más amplio hacia el este, y el bajo número de avistamientos sea producto de un bajo esfuerzo de avistaje y no de una baja abundancia.

Con respecto al tipo de sustrato, esta característica no parece ser un factor que afecte su distribución. Sin embargo, su presencia parece estar asociada con zonas donde predominan las gravas, al menos en las zonas costeras asociadas con la desembocadura de los ríos patagónicos. La salinidad tampoco sería un factor que afecte su distribución, aún así se puede observar que la mayor cantidad de avistamientos se da en un rango que va de 33.2 ups a 33.6 ups, salinidades típicas de la plataforma media.

Los frentes costeros sí parecen ser determinantes en la distribución de esta especie, siendo los más importantes el frente del talud, y algunos de los frentes costeros de ambos tipos (Guerrero y Martos, 1998). La influencia de estos frentes probablemente no es directa, sino que afecte al igual que la salinidad y otros factores abióticos la distribución y abundancia de las presas, y estas últimas características sean

las que determinen la presencia de toninas overas en determinadas áreas.

La profundidad media, considerada entre los 5 y los 300m no afecta la distribución de la especie, y se observan tanto manadas pequeñas (1-3 individuos) como grupos grandes (100-más de 100 individuos) en este rango de isobatas. Aunque la mayoría de los avistamientos corresponde a grupos de menos de 10 individuos (82%) y sólo 9% de los avistamientos se refieren a grupos de más de 50 individuos. Estos avistamientos de grupos grandes se dan fundamentalmente en la época de verano, con excepción de dos producidos en 1993 (agosto) y uno del año 1995 (mayo). Particularmente estos años se correspondieron con un evento de El Niño que comenzó en marzo de 1991 y se extendió a marzo de 1995 (Trenberth, 1997). Es posible pensar que este tipo de anomalías puedan explicar estas observaciones fuera de la temporada estival. En este contexto, este tipo de agrupamientos que incluyen muchos individuos, se podrían asociar en esta especie con eventos de alimentación en áreas donde las presas son muy abundantes, también se podrían explicar como agrupamientos de apareamiento como lo sugerido Goodall (1994).

Los análisis de concordancia determinan que existiría una relación inversa entre la latitud y la profundidad media en la que se observan los grupos, y la latitud y el tamaño de *cluster*. Estos resultados podrían deberse más a los sesgos del muestreo, o sea un esfuerzo de avistamiento menor a medida que aumenta la latitud, que a una relación real entre variables. El esfuerzo de avistamiento realizado al sur de Santa Cruz y en Tierra del Fuego es fundamentalmente costero, y se cuenta con muy poca información de otras fuentes como los buques pesqueros que operan en la zona.

La temperatura es uno de los factores físicos que no se pudo analizar, debido a la falta de información disponible que pueda asociarse con los avistamientos. Sin embargo se ha observado que se producen migraciones en determinadas épocas del año. En la zona de Bahía Engaño, los grupos prácticamente desaparecen en la temporada estival (diciembre a abril) (Coscarella, 2005); mientras que en la zona del Estrecho de Magallanes se ha sugerido una migración de los grupos hacia el este, en la temporada invernal (Lescrauwet *et al.*, 2000; Vanegas, 1996; Vanegas y Atalah, 1987). Estas migraciones se podrían explicar ya sea por disponibilidad de presas o por la búsqueda

de áreas adecuadas para la protección de las crías (Lescrauwet *et al.*, 2000).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se podría inferir que los factores físicos no afectan directamente la distribución de la tonina overa, los factores biológicos surgen naturalmente como posible explicación de lo que se observa. Sobre la base del conocimiento previo y la información que se ha analizado en el transcurso de este trabajo, se sabe que la tonina overa se alimenta principalmente de peces en tallas que no superan los 20 cm y de calamares en sus estadios juveniles. Las especies principales consumidas presentan hábitos pelágicos y de cardumen (juveniles de merluza, anchoita, pejerrey, sardina fueguina y juveniles de calamar). Estas especies presa en estos estadios, se encuentran fundamentalmente, entre la costa y la isobata de 100m; eventualmente, en áreas donde hay grandes amplitudes de marea consumen especies bentónicas (Koen Alonso, 1999). Resulta altamente probable que sea la distribución de las especies presa (densidad y ubicación) la que determine la distribución de la tonina overa, aunque no se cuenta con información sobre la distribución y abundancia de estas especies presa más allá de la isobata de 100m.

La tonina overa es una de las pocas especies de pequeños cetáceos, para la cual se han realizado estimaciones de abundancia (Leatherwood *et al.*, 1988; Venegas, 1996; Venegas y Atalah, 1987; Lescrauwet *et al.*, 2000). Sin embargo, esta es la primera estimación obtenida para la plataforma continental argentina, quedando aún por relevar la costa entre los 48° 21´S y 51° 40´S.

La función de probabilidad de detección seleccionada para evaluar la densidad en el norte y centro de Patagonia, fue la heminormal, tanto para el análisis global como el realizado por estratos. Esta función clave es, junto con la hazard rate, uno de los modelos más usados para estimar abundancia en cetáceos (Barlow, 1988, 1995; Hiby y Hammond, 1989; Forney *et al.*, 1995). Se puede observar que el modelo seleccionado es robusto, dado que las estimaciones de densidad para toda el área son aproximadamente iguales, ya sea que se calculen para los datos agrupados o la estimación se realice como promedio pesado por el esfuerzo realizado en cada estrato.

En función de estos resultados se considera que la estimación por estratos es la

adecuada para evaluar la abundancia en el norte y centro de Patagonia. El esfuerzo en cada uno de los estratos fue diferente (Tabla 8), siendo el número de avistamientos inferior en el estrato Chubut. La probabilidad de detectar un objeto en el área muestreada fue igual en ambos estratos, al igual que el valor de $f(0)$ y el ancho efectivo de banda (ESW) (Tabla 9). Sin embargo las tasas de encuentro (TE) son significativamente diferentes en ambos estratos, siendo la estimada en el estrato Chubut menor (en un orden de magnitud) que la obtenida para el estrato Santa Cruz (Tabla 10).

Se puede observar que la densidad aumenta con la latitud (Tabla 11). Estas diferencias observadas en ambos estratos pueden deberse a que el estrato Chubut se corresponde con el límite norte de la distribución de la especie. El mayor aporte a la varianza de las estimaciones debido al tamaño de *cluster* se puede deber al único *cluster* de 78 individuos observado el estrato Norte de Santa Cruz. En el área relevada, que cubre 26518 m^2 , se estimó una abundancia media de aproximadamente 7245 individuos. Teniendo en cuenta la velocidad del avión, es probable que no todos los animales sobre la línea de transecta hayan sido detectados, por lo cual la estimación de densidad media para el área se puede considerar como el límite inferior del rango en que se encontraría su verdadero valor (0.27320 – 0.69163). Por ello, el número de individuos en el área se encontraría entre 7245 y 18341.

En ambos estratos, el tamaño de *cluster* promedio se encuentra entre 1 y 3 individuos, coincidiendo con observaciones realizadas por otros autores (Lescrauwaet *et al.*, 2000; Venegas, 1996, Goodall, 1994; Leatherwood *et al.*, 1988, Venegas y Atalah, 1987). Al igual que lo observado por estos autores el tamaño de *cluster* observado con mayor frecuencia es el que se corresponde con individuos solitarios (56%); el porcentaje de individuos solitarios observados se encuentra entre los valores observados por Leatherwood *et al.* (1988) (29.4%) y los observados por Venegas y Atalah (1987) (85.7%) y muy cercano al encontrado por Lescrauwaet *et al.* (2000) (58%). Esto podría deberse a la alta velocidad de vuelo y a la posible pérdida de observaciones debida a animales sumergidos. La observación de una manada de 78 individuos se condice con los registros esporádicos de más de 100 individuos en un área pequeña. Goodall (1994) ha sugerido que estas grandes agregaciones están

asociadas a comportamientos de alimentación o reproducción. En Bahía Engaño, en la parte norte del rango de distribución, ocasionalmente se han observado grupos de 80 a 100 individuos, ya sea descansando, alimentándose o trasladándose (Coscarella *et al.*, 2003). Estos grupos grandes se encuentran dispersos en un área de 500 a 2500 m de radio, como los estimados desde los aviones.

Para la estimación de la región sur, si bien se analizó la información para los datos agrupados y por lado del avión, dada la heterogeneidad observada; se decidió utilizar la primera estimación teniendo en cuenta que los valores obtenidos por medio de este análisis no son significativamente diferentes (Tabla 14 y Tabla 17) de aquellos obtenidos como promedio de las estimaciones obtenidas para ambos lados. El modelo seleccionado para este caso se corresponde con la función clave Hazard rate, siendo este uno de los modelos más usados en la estimación de abundancia de cetáceos por sus características particulares (Hiby y Hammond, 1989)

Se observa que la tasa de encuentro es mayor que aquella obtenida para los estratos Chubut y Norte de Santa Cruz; siendo significativamente distinta de aquellas, como se puede observar de los intervalos de confianza (Tabla 10 y Tabla 13). Por otro lado el tamaño promedio de *cluster* no difiere de los estimados para los estratos de la Chubut y Norte de Santa Cruz (Tabla 10 y Tabla 13). El 65% de los avistamientos correspondieron a individuos solitarios, mientras que el 97.9% correspondió a grupos de tamaño menor o igual a 3; se observa que se mantiene lo señalado anteriormente para los estratos correspondientes al norte y centro de Patagonia.

Si bien se mantiene la tendencia a un aumento de la densidad con la latitud, siendo la estimación puntual para esta área un orden de magnitud mayor que la observada para el estrato Norte de Santa Cruz, si se observan los intervalos de confianza, se puede ver que hay un solapamiento entre estos, lo que implica que la densidad para Norte de Santa Cruz y la correspondiente al límite sur de la distribución de tonina overa podría ser la misma. Sin embargo dado que en esta última zona se realizó un único relevamiento, el cual presenta características particulares en cuanto a lo observado a cada lado del avión, este último resultado debería tomarse con cierta precaución, debiéndose realizar nuevos relevamientos para poder realizar cualquier afirmación al

respecto. La heterogeneidad observada entre ambos lados del avión no puede explicarse con la información disponible, y probablemente se deba a una falla en la capacidad de observación de uno o más observadores en ese relevamiento.

Cabe destacar, que la densidad de *cluster* en los estratos correspondientes al Norte y Centro de Patagonia, difieren significativamente del observado en la región Sur, siendo este último, mayor en un orden de magnitud (Tabla 11 y Tabla 14). Esta diferencia se puede explicar por el aumento de la TE en esta región.

Las estimaciones de abundancia obtenidas para el estrato norte de Santa Cruz y la región sur de Patagonia se encuentran el mismo orden de magnitud que las obtenidas por Venegas y Atalah (1987), Venegas (1996) y Lescrauwaet *et al.* (2000). Sin embargo, los coeficientes de variación (CV) obtenidos por estos autores son, en general, menores que los obtenidos en la costa patagónica; esto se puede deber, probablemente, al bajo esfuerzo de avistamiento y al tamaño de la superficie cubierta en estos relevamientos (Tabla 18)



Figura 19. Vista de toninas overas desde el avión (≈ 300 m de altura)

En todos los relevamientos el tamaño de los *clusters* se halló alrededor de 3 o menos individuos, lo que coincide con observaciones previas (Leatherwood *et al.*, 1988; Goodall, 1994; Venegas, 1996; Venegas y Atalah, 1987; Lescrauwaet *et al.*, 2000). Por

Tabla 18: Comparación de la estimación de densidad (ind/mn²) para la tonina overa con estudios previos

	Densidad	CV%	n	Referencia
Estrecho de Magallanes (Junio 1996)	1.166	27.1	58	(Lescrauwaet <i>et al.</i> , 2000)
Estrecho de Magallanes (Diciembre 1989)				(Venegas, 1996)
Entre la Primera y Segunda Angostura	0.082	62	6	
Primer Bolsón	0.713	21	53	
Primera Angostura	1.622	117	40	
Estrecho de Magallanes (Mayo 1987)	0.264	32		(Venegas y Atalah, 1987)
Estrecho de Magallanes (Enero-Febrero 1984)	7.542	34	46	(Leatherwood <i>et al.</i> , 1988)
Chubut (Verano)	0.052	43.3	19	Este trabajo
Norte de San Cruz (Verano)	0.716	56.05	42	Este trabajo
Sur de Patagonia (Febrero 2001)	2.071	27.35	95	Este trabajo

n: avistamientos (número de *clusters*)

otro lado la especie parece presentar un patrón de distribución agregado, probablemente asociado con condiciones ambientales que afectan la distribución de sus presas. Esto se ve apoyado por los valores de las tasas de encuentro (Tabla 10 y Tabla 13) alcanzando su valor máximo en la región sur de Patagonia. Se debe prestar una atención especial a la distribución espacial de los animales, dado que parece que hay áreas de mayor concentración de individuos, Norte de Santa Cruz y Sur de Patagonia, estas áreas son particularmente ricas en producción secundaria debido a los frentes costeros. Una de las características de estas áreas es que la clorofila se mantiene en valores relativamente altos después de su incremento en primavera (Podestá, 1997).

Los cuatro relevamientos realizados en el norte de Santa Cruz muestran una variación en el número de avistamientos entre años en la misma estación. Esto sugiere que la distribución espacial de los delfines podría ser altamente variable en el tiempo, que el diseño utilizado fue ineficiente para detectar la variabilidad debida a la distribución espacial, o ambos, siendo la primera opción la más probable.

Los bajos valores correspondientes a la TE de la tonina overa (Tabla 10) en la región norte y centro de Patagonia sugieren que las estimaciones puntuales podrían tomarse como el límite inferior de la densidad, estos valores se deben probablemente a la velocidad del avión y a la pérdida de individuos sumergidos. Sin embargo la alta velocidad del avión afecta las estimaciones de densidad de tonina overa menos que a las estimaciones del delfín oscuro (Schiavini *et al.*, 1999), debido a las diferencias en el patrón de coloración entre ambas especies.

El delfín de Héctor (*Cephalorhynchus hectori*) es una especie con características similares a las de la tonina overa, en cuanto al grado de endemismo, tipo de habitat y comportamiento de agregación (Slooten y Dawson, 1988). Su distribución está restringida a aguas costeras de Nueva Zelanda. Se ha estimado la densidad, para la costa oeste de South Island, Nueva Zelanda (Slooten *et al.*, 2004) con la misma metodología utilizada en el presente trabajo, aunque con un diseño de transectas diferente. Previamente se realizaron estimaciones de abundancia desde botes y helicópteros (Dawson *et al.*, 2003), para la costa norte, este y sur de South Island. Los resultados obtenidos por Slooten *et al.* (2004) indican que la densidad del delfín de Héctor, en la costa oeste es, en promedio (0.1497 delfines/mn²), mayor que la obtenida en este trabajo para Chubut, pero menor que las densidades estimadas para las otras áreas. También se observa que el mayor aporte a la varianza total está dado por la TE, al igual que en las estimaciones para la tonina overa. En cuanto al trabajo de Dawson *et al.* (2004) sólo se puede comparar la densidad de cluster (0.112 cluster/mn²), observándose un comportamiento igual que para la densidad de individuos, cuando se compara con los resultados obtenidos para la tonina overa en el presente trabajo.

La única estimación de abundancia hecha para el delfín chileno (*Cephalorhynchus eutropia*) fue realizada con una metodología distinta a la presentada en este trabajo, se uso la técnica de captura recaptura con fotoidentificación (Heinrich, 2006). En un área restringida (270 km²) al sur de Chiloé se obtuvo una densidad 0.762 delfines/mn², valor cercano al obtenido para el Norte de Santa Cruz. Aún así el valor obtenido por Heinrich (2006) para el delfín chileno es dos órdenes de magnitud menor que el obtenido por Mora (2002) para la tonina overa en Bahía Engaño (18.4 delfines/mn²).

En comparación con otros relevamientos de pequeños cetáceos (Forney *et al.* 1995; Leatherwood *et al.*, 1988; Palka, 1995; Polacheck, 1995; Schiavini *et al.*, 1999), se ve que la distribución de frecuencias de avistamientos de la tonina overa no cae abruptamente con la distancia (Figura 14, Figura 15 y Figura 16). La distribución de frecuencias de avistamientos en el delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*) cae abruptamente con la distancia (Schiavini *et al.*, 1999). Esta diferencia podría explicarse por el patrón de coloración contrastante de la tonina overa (Figura 19), lo que determina que se detecten a grandes distancias a partir de la línea de transecta cuando es comparada con el delfín oscuro u otros pequeños cetáceos de coloración menos contrastada. Cabe destacar que la abundancia del delfín oscuro fue estimada, para la zonas Norte y Centro de Patagonia, usando el mismo avión, aplicando la misma metodología y con el mismo grupo de observadores.

La estimación de abundancia es el primer paso para evaluar el potencial impacto de las actividades humanas sobre la especie. Con respecto al enmallamiento de toninas overas en redes de arrastre de media agua y en agalleras, con la información disponible al momento sobre las tasas de mortalidad no es posible concluir sobre la fracción de la población que es afectada por la actividad pesquera (Crespo *et al.*, 1997, 2000; Goodall *et al.*, 1994, 1995). La mortalidad parece ser un evento agregado y en consecuencia podría tornarse importante para las poblaciones locales. El posible impacto del turismo sobre esta especie se está estudiando en la zona de Bahía Engaño desde el año 2000, en el límite norte de la distribución de la especie, a la fecha no se han observado cambios en el patrón de comportamiento de los individuos, por lo que se podría suponer que los efectos de esta actividad no son detectables en el corto plazo (Dans *et al.*, 2003, Coscarella *et al.*, 2003)

Los primeros estudios de abundancia de la tonina overa, realizados en la zona de Tierra del Fuego, difieren en forma marcada en sus estimaciones aunque fueron realizados en la misma zona y el mismo año con una diferencia de algunos meses; esto podría sugerir la existencia de movimientos estacionales de las poblaciones (Leatherwood, 1988; Venegas y Atalah, 1987). Los estudios posteriores realizados en la misma época del año (verano) indican una disminución en el número máximo de animales estimado (Venegas, 1996). Los últimos estudios realizados por Lesrauwaet,

et al. (2000), en invierno, también presentan una disminución en el número de individuos aunque no tan marcada como en el caso de las estimaciones de Venegas (1996). Estas observaciones apoyarían la hipótesis de la existencia de una gran variabilidad en la distribución de los animales, aún en la misma época del año. Esto se podría explicar por una distribución variable, en el área de los ítem presa, probablemente asociada a variaciones ambientales (temperatura superficial y salinidad) debidas al efecto de Años del Niño y de la Niña (White, W.B. y R.G. Peterson, 1996; Trenberth, 1997). También se podría deber al escaso número de relevamientos acompañado de una alta variabilidad ambiental.

En síntesis, se espera que en el estrato Chubut el número de animales se encuentre, aproximadamente, entre 1200 y 2753; en el estrato Norte de Santa Cruz entre 2185 y 6190; mientras que en el límite sur de su distribución se espera que estos valores esten entre 14700 y 25500 individuos. Si se mantuviera en la zona no relevada (entre los 48° 21'S y 51° 40'S y la isobata de 100m) la misma tendencia se podría esperar 22580 individuos, valor evaluado con el promedio de la densidad del estrato Norte de Santa Cruz y Sur de Patagonia. Todo ello daría una estimación para toda la Argentina de aproximadamente 40000 toninas overas, en el área comprendida entre la costa y la isobata de 100m.

La variabilidad temporal y/o espacial debería ser considerada en futuros relevamientos, su conocimiento permitiría explicar los posibles movimientos estacionales. Por otro lado se debería establecer el límite oriental de la distribución de esta especie, pues los relevamientos que se han realizado hasta la fecha sólo describen la abundancia hasta la isobata 100 m y en una época determinada del año.

REFERENCIAS

- Akaike, H. 1973. Information theory and an extension of maximum likelihood principle, in International Symposium on Information Theory, 2nd edn (eds B.N. Petran and F. Csàaki), Akadèemiai Kiadi, Budapest, Hungary, 267-81
- Andrewartha, H.G. 1971. Introduction to the Study of Animal Populations. 2nd Edition. The University of Chicago Press. 283 pág.
- Angelescu, V. 1960. Operación Centolla en el Atlántico Sur. Secr. Mar. Serv. Hidrog. Naval, H, 1013: 1-71.
- Angelescu, V. y Gneri, F.S. 1961. Contribución al conocimiento bioecológico de la merluza de cola (*Macrurus magellanicus* Lönnberg). Actas y Trab. Primer Congr. Sudamer. Zool., 1: 3-18.
- Angelescu, V. y Prenski, L.B. 1987. Ecología trófica de la merluza común del Mar Argentino (Merlucciidae, *Merluccius hubbsi*). Parte 2. Dinámica de la alimentación analizada sobre la base de las condiciones ambientales, la estructura y las evaluaciones de los efectivos en su área de distribución. Cont. INIDEP, 561: 1-205.
- Bakum, A. y Parrish, R.H. 1991: Comparative studies of coastal pelagic fish reproductive habitats: the anchovy (*Engraulis anchoita*) of the southwestern Atlantic. *ICES J. Mar. Sci.*, 48, 343-361.
- Barlow, J. 1988. Harbor porpoise, *Phocoena phocoena*, abundance estimation for California, Oregon, and Washington: I, ship surveys. *Fishery Bulletin* 86(3):417-32.
- Barlow, J. 1995. The abundance of cetaceans in California waters. Part I: ship surveys in summer and fall of 1991. *Fishery Bulletin* 93(1):1-14.
- Barón, P.J. 2001. First description and survey of egg masses of *Loligo gahi* (D'Orbigny, 1935) *Loligo sanpaulensis* (Brakonieccki, 1984) from coastal waters of Ptagonia. *Journal of Shellfish Research* 20 (1): 289-295.
- Bastida, R., Lichtschein, V., y Goodall, R.N.P. 1988. Food habits of *Cephalorhynchus commersonii* off Tierra del Fuego. 143-160. En *Biology of the genus Cephalorhynchus*. R.L. Brownell Jr y G.P. Donovan (Eds). Report of the International Whaling Commission.(Special Issue 9). 344 pág.
- Bastida R. y Lichtschein V. 1984. Avistajes de cetáceos realizados por buques balleneros en aguas argentinas. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, Zoología, Tomo XIII, N°22
- Bartholomew, G.A. 1958. The role of physiology in the distribution of terrestrial vertebrates. En C. L. Hubbs (ed): *Zoogeography*: 81-95.
- Bertolotti, M.I., Brunetti, N.E., Carreto, J.I., Prenski, L.B. y Sanchez, R. 1996. Influence of shelf-break fronts on shellfish and fish stocks off Argentina. *ICES, C. M.* 1996/S: 41pp.
- Bowen, W.D. y Siniff, D.B. 1999. Distribution, biology, and feeding ecology of marine

- mammals. En "Biology of marine mammals" J.E. Reynolds III y S.A. Rommel (Eds). Smithsonian Institution Press (578 pág.) Cap 9: 423-484.
- Brunetti, N.E. e Ivanovic, M.L. 1992. Distribution and abundance of early life stages of squid (*Illex argentinus*) in the south-west Atlantic. ICES, M.S., 49: 175-183
- Brunetti, N.E., Ivanovic, M.L. y Elena, B. 1998. Calamares ommastrephidos (Cephalopoda, Ommastrephidae). Páginas 37-68 en E. Boschi. El mar argentino y sus recursos pesqueros, Tomo 2: Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). 231 pág.
- Buckland, S.T. 1985. Perpendicular distance models for line transect sampling. Biometrics 41:177-95.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P. y Laake, J.L.. 1993. Distance Sampling. Estimating abundance of biological populations. Chapman & Hall. 446 pág..
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers D.L. y Thomas, L.. 2001. Introduction to Distance Sampling. Estimating abundance of biological populations. Oxford University Press. 432 pág.
- Buckland, S.T. y York, A.E. 2002. Abundance estimation. 1- 6 En Encyclopedia of Marine Mammals. W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (Eds). Academic Press. 1414 pág
- Burnham, K.P. y D.R. Anderson. 1992. Data-based selection of an appropriate biological model: the key to modern data analysis. 16-30. En Wildlife 2001: Populations D.R. McCullough y R.H. Barret (Eds). Elsevier Science Publishers, London.
- Carreto, J.I., Negri, R.M. y Benavidez, H.R. 1981a. Fitoplancton, pigmentos y nutrientes, Resultados campañas II y VI del B/I "Shinkai Maru", 1978. Campañas de Investigación pesqueras realizadas en el Mar Argentino por los B/I "Shinkai Maru" y "Walter Herwing" y el B/P "Marburg", años 1978 y 1979. Resultados de la parte argentina. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Contribución 383: 181-201.
- Carreto, J.I., Ramirez, F. y Dato, C. 1981b. Zooplancton y producción secundaria. Parte II. Distribución y variación estacional de la biomasa zooplanctónica. Campañas de Investigación pesqueras realizadas en el Mar Argentino por los B/I "Shinkai Maru" y "Walter Herwing" y el B/P "Marburg", años 1978 y 1979. Resultados de la parte argentina. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Contribución 383: 213-232.
- Ciechomski, J.D. y Weiss, G. 1976. Desarrollo y distribución de post-larvas de róbalo. *Eliginops maclovinus* (Valenciennes, 1830) Dollo, 1904; de la merluza negra, *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1899 y de las Notothenias *Notothenia* sp. Pisces, Notothenidae. Physis A, 35 (91): 115-125.
- Conover, W.J. 1999. Practical Nonparametric Statistics. 3^o Edition. John Wiley and Sons, Inc. 629pp.
- Coscarella, M.A. 1997. Estudio de la fauna acompañante en la flota pesquera operando en Patagonia Norte y su interacción con mamíferos marinos. Tesis de seminario

- para acceder al grado de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Director S.N. Pedraza, Co-director E.A. Crespo. 102 pág.
- Coscarella, M.A. 2005. Ecología, comportamiento y evaluación del impacto de embarcaciones sobre manadas de tonina overa *Cephalorhynchus commersonii* en Bahía Engaño, Chubut. Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Biológicas (UBA – FCEN), Directores E.A. Crespo y J.C. Reboreda. 227 pág.
- Coscarella, M.A., Dans, S.L, Crespo, E.A. y Pedraza, S.N. 2003. Potential impact of unregulated dolphin watching activities in Patagonia. *J. Cetacean Res. Manage.* 5(1):77–84.
- Cousseau, M.B., D.L. Gru y Hansen, J.E. 1981. Resultados de dos campañas pelágicas llevadas a cabo por el B/l “Shinkai Maru” en la primavera del año 1978. Contribuciones del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero 383:281-298.
- Dans, S.L., Crespo, E.A., Coscarella, M.A., Pedraza, S.N., Degradi M. y Garaffo, G. 2003. Estudio del impacto del turismo sobre manadas de delfines en Golfo Nuevo y bahía engaño, hacia un código de conducta responsable. Presentado a la Secretaría de Turismo y Áreas Protegidas de la Provincia del Chubut. Puerto Madryn, Chubut, 27 de junio de 2003, 38 pág.
- Dawson, S., Slooten, E., DuFresne, S., Wade, P. y Clement, D. 2004. Small-boat surveys for coastal dolphins: line transect surveys for Hector’s dolphins (*Cephalorhynchus hectori*). *Fish. Bull.* 201: 441-451.
- Evans, P.G.H. 2002. Habitat pressures. 545-548. En *Encyclopedia of Marine Mammals*. W.F. Perrin, B. Würsig, J.G.M. Thewissen (Eds). Academic Press. 1414 pág.
- Evans, P.G.H. y Raga, J.A. 2001. C. Survey and study techniques. En *Marine Mammals. Biology and conservation*. P.G.H. Evans y J.A. Raga (Eds). Kluwer Academic /Plenum Publishers. 265-268.
- Fenucci, J., Virasoro, C., Cousseau, M.B. y Boschi, E. 1974. Campaña Tierra del Fuego 74. Informe preliminar (Investigación Pesquera). *Contr. Inst. Biol. Mar.* 261: 1-37.
- Forcada, J. 2002. Distribution. 327-333. En *Encyclopedia of Marine Mammals*. W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (Eds). Academic Press. 1414 pág.
- Forney, K.A., J. Barlow y Carreta, J.V.. 1995. The abundance of cetaceans in California waters. Part II: Aerial surveys in winter and spring of 1991 and 1992. *Fishery Bulletin* 93:15-26.
- Garaffo, G.V. 2002. Patrón de ocurrencia y uso de hábitat del delfín oscuro, *Lagenorhynchus obscurus*, en primavera verano en el Golfo Nuevo. Tesis de seminario para acceder al grado de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Director S.L. Dans, Co-director S.N. Pedraza. 74 pág.
- Gaskin, D.E. 1982. *The ecology of whales and dolphins*. Heinemann. 459 pág.
- Goodall, R.N.P. 1994. Commerson’s dolphin *Cephalorhynchus commersonii* (Lacépède 1804). En *Handbook of Marine Mammals*, Vol. 5. (11). Academic Press Ltd. 241-67.
- Gordon, J y Tyack, P. L. 2001. Sound and cetaceans. En *Marine Mammals. Biology and*

- Conservation. Capítulo 4. P.G.H. Evans y J.A. Raga (Eds). Kluwer Academic /Plenum Publishers. 139-196
- Gosztonyi, A. 1981. Resultados de las investigaciones ictiológicas de la campaña y del B/I "Shinkai Maru" en el Mar Argentino (10/04-09/05/ 1978). Contr. INIDEP, 383: 254-266.
- Gru, D.L. y Cousseau, M.B. 1982. Estudio de edad y crecimiento de la sardina fueguina (*Sprattus fueguensis*) de las costas de la provincia de Santa Cruz e Islas Malvinas. Rev. Inv. Des. Pesq. INIDEP, 3: 51-58.
- Guerrero, R.A. y Martos, P. 1998. Breve reseña de las características oceanográficas en la plataforma continental argentina. Marco oceanográfico de los recursos pesqueros. Diagnóstico pesquero 1999, Cap 11. L.B. Prenski (Ed). Contribuciones del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
- Guerrero, R.A. y Piola, A.R. 1997: Masas de agua en la plataforma continental, En: *El mar Argentino y sus recursos pesqueros*, E.E. Boschi (Ed), Inst. Nac. Inv. Des. Pesq., Mar del Plata, Argentina, 1, 107-118.
- Hammond, P.S. 2001. Assesment of marine mammals population size and status. En Marine Mammals. Biology and Conservation. Capítulo 7. P.G.H. Evans y J.A. Raga (Eds). Kluwer Academic /Plenum Publishers. 269-291.
- Hammond, P.S., Mizroch, S.A. y Donovan, G.P. 1990. Individual recognition of cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 12). 440 pág.
- Hansen, J. 1998. La anchoita. Especies a Desarrollar. Cap 7. Diagnóstico pesquero 1999, Cap 11. L.B. Prenski (Eds). Contribuciones del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
- Hansen, J., Martos, P. y Madirolas, A. 2001. Relationship between spatial distribution of patagonian stock of argentine anchovy, *Engraulis anchoita*, and sea temperatures during late spring-early summer. Fisheries Oceanography 10 (2): 193-206.
- Hiby, A.R. y Hammond, P.S.. 1989. Survey techniques for estimating abundance of cetaceans. Reports of the International Whaling Commission (Special Issue) 11:47-80.
- Heinrich, S. 2006. Ecology of chilean dolphins and Peale's dolphins at Isla Chiloé, southern Chile. Ph.D. thesis, University of St Andrews, St Andrews, UK. 242 pag
- Jefferson, T.A., Leatherwood, S. y Webber, M.A. 1993. FAO species identification guide. Marine Mammals of the World. FAO. 320 pág.
- Koen Alonso, M. 1999. Estudio comparativo de la alimentación entre algunos predadores de alto nivel trófico de la comunidad marina del norte y centro de Patagonia. Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Biológicas (UBA – FCEN), Director E.A. Crespo y Co-director D.D. Echeberría. 182 pág.
- Krebs, C.J. 1986. Ecología. Análisis Experimental de la distribución y abundancia. Ediciones Pirámide, S. A. 782 pág.
- Lasta, C.A y Acha, M.E. 1996. Cabo San Antonio: su importancia en el patrón

- reproductivo de peces marinos. Frente Marítimo, 16: 39-45.
- Leatherwood, S., Kastelein, R.A. y Hammond, P.S.1988. Estimate of numbers of Commerson's dolphins in portion of the northeastern Strait of Magellan, January-February 1984. Reports of the International Whaling Commission (Special Issue) 9:93-102.
- Leible, M., Alveal, E, y Maldonado, J. 1981. Catálogo de peces que habitan las aguas costeras de la bahía Concepción y bahía San Vicente (Informe de avance). Ed. Biotecmar. Pont. Univ. Cat. Chile. Talcahuano: 1-56
- Lescrauwaet, A.K., Gibbons, J., Guzman, L. y Schiavini, A.C.M. 2000. Abundance estimation of Commerson's dolphin in the eastern area of the Strait of Magellan-Chile. Revista Chilena de Historia Natural 73(3):473-78.
- Lichter A. 1986. "Avistajes y reconocimiento de cetáceos en el Mar Argentino y la Antártida. Enero/Febrero 1984". Actas de la 1a Reu. Trab. Exp. Mam. Acuát. Ame. Sur.
- Lloris, D. y Rucabado, J. 1991 Ictiofauna del Canal de Beagle (Tierra del Fuego), aspectos ecológico y análisis biogeográfico. Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr. (Madrid), 8: 1-182.
- López, H.L., García, M.L. San Román, N.A. 1996. Lista comentada de la ictiofauna del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. CADIC. Contribución Científica. Publicación especial. 23: 85pp.
- Lutz, V.A. y Carreto, J.I. 1991. A new spectrofluorometric method for the determination of chlorophylls and degradation products and its application in two frontal areas of the Argentine Sea. Cont. Shelf Res. 11 (5): 433-451.
- Madirolas, A. y Hansen, J. 1999. Sardina Fueguina. Especies a Desarrollar. Cap 7. Diagnóstico pesquero 1999, L.B. Prenski (Eds). Contribuciones del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
- Menni, R.C., López, H.L y García, M.L. 1981. Lista comentada de las especies de peces colectadas durante la campaña y del B/I "Shinkai Maru" en el Mar Argentino (25/8-15/9/1978) Contr. INIDEP, 383: 267-280.
- Menni. R.C. y Gosztonyi, A. 1982. Bentic and semidemersal fish association in argentine sea. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 17: 1-29.
- Menni, R.C. y López, H.L. 1984. Distributional patterns of argentine marine fishes. Physis A, 42 (103): 71-85, 7 fig.
- Mermoz, J.F. 1980. A brief report on the behavior of Commerson's dolphin, *Cephalorhynchus commersonii*, in patagonian shores. The Scientific reports of the Whales Research Institute 32: 149-153
- Mermoz, J.F. y Goodall, R.N.P. 1980. Argentina progress report on cetacean research 1975-79. Rep. Int. Whal. Comm. 30: 139-141
- Mora, N.J. 2002. Evaluación de la técnica de captura-recaptura, para la estimación de abundancia en tonina overa (*Cephalorhynchus commersonii*). Tesis de seminario para acceder al grado de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Director S.N. Pedraza, Co-director E.A. Crespo. 56 pág.

- Negri, R.M., Akselman, R.A. y Benavides, H.R. 1992. Floración excepcional de un dinoflagelado en aguas de Argentina y Uruguay. *Frente Marítimo*, 11: 115-122.
- Otero, H.O., Bezzi, S.Y., Perrota, R., Perez Comas, J. A., Simonazzi, M. y Renzi, M.A. 1981. Los recursos pesqueros demersales del Mar Argentino: Parte III. Distribución, estructura de población, biomasa y rendimiento potencial de la polaca, el bacalao austral, la merluza de cola y el calamar. *Inst. Nac. Inv. Des. Pesq. Contribución 383*: 28-41
- Otero, H.O., Bezzi, S.Y., Renzi M.A. y Verazay G.A.. 1982. Atlas de los recursos pesqueros demersales del mar argentino. *Contribuciones del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero 423*. 248pp.
- Palka, D. 1995. Abundance estimate of Gulf of maine harbor porpoise. *Reports of the International Whaling Commission (Special Issue) 16*:27-51.
- Parker, G., Paterlini, M.C. y Violante, R.A. 1997. El fondo marino. 65-87. En *El mar argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 1. Antecedentes históricos de las explotaciones en el mar y las características ambientales*. E. Boschi (Ed).
- Piccolo, M.C. y Perillo, G.M.E. 1997. Geomorfología e hidrografía de estuarios. 133-161 En *El mar argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 1. Antecedentes históricos de las explotaciones en el mar y las características ambientales*. E. Boschi (Ed).
- Podesta, G. 1997. Utilización de datos satelitarios en investigaciones oceanográficas y pesqueras en el Océano Atlántico Sudoccidental. 195-222. En: *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros, Tomo 1, INIDEP*. E. Boschi (Ed.).
- Podestá, G.P. y Esaias, W.E. 1988. Satellite-derived phytoplankton pigment concentrations along the shelf-break off Argentina, 1970-1980. *EOS*, 69: 1144
- Polacheck, T. 1995. Double team field test of line transect methods for shipboard sighting surveys for harbor porpoise. *Reports of the International Whaling Commission (Special Issue) 16*:51-68
- Rice, D.W. 1998. *Marine Mammals of the World. Systematics and Distribution*. Special Publication N°4. The Society for Marine Mammalogy. 231 pág.
- Rojó, A. y Silvoza, J. 1969. Estudio biológica de la merluza (*Merluccius merluccius hubbsi*) del sector patagonico. *FAO Argentino-Proyecto de Desarrollo Pesquero Publicacion (18)*:40 p.
- Sakamoto, Y., Ishiguro M. y Kitawaga, G.. 1986. *Akaike Information Criterion Statistics*, KTK Scientific Publishers, Tokyo, Japan.
- Sánchez, R. y Ciechomski, J.D. de, 1995. Spawning and nursery grounds of pelagic fish species in the sea-shelf off Argentina and adjacent areas. *Sci. Mar.*, 59(3-4): 455-478.
- Scarlato, N.A. 1998. *Nototenia coluda. Especies a Desarrollar. Cap 8. Diagnóstico pesquero 1999*, L.B. Prenski (Ed). *Contribuciones del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero*.
- Schiavini, A.C.M, Pedraza, S.N., Crespo, E.A., González, R. y Dans, S.L. 1999. Abundance of dusky dolphin (*Lagenorhynchus obscurus*) off north and central Patagonia, Argentina, in spring and a comparison with incidental catch in fisheries.

- Marine Mammal Science 15(3): 828-40.
- Slooten, E., Dawson, S. M. y Rayment, W. J. 2004. Aerial surveys for coastal dolphins: abundance of Hector's dolphins off the South Island west coast, New Zealand. *Marine Mammal Science* 20(3): 177-190.
- Thomas, L., Laake, J.L., Strindberg, S., Marques, F.F.C., Buckland, S.T., Borchers, D.L., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Hedley, S.L., Pollard, J.H. and Bishop, J.R.B. 2003. Distance 4.1. Release "2". Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>
- Trenberth, K.E. 1997. The definition of El Niño. *Bulletin of the American Meteorology Society*. 78 (12): 2771-2777.
- Venegas, C.C. 1996. Estimación de la densidad poblacional, mediante transectos aéreos en línea, de la tunina overa *Cephalorhynchus commersonii* en el Estrecho de Magallanes, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia Serie Ciencias Naturales, Punta Arenas (Chile)*. 24: 41-48.
- Venegas, C. y Atalah, A. 1987a. Estimación de densidad de toninas overas (*Cephalorhynchus commersonii*, Lacepede, 1804) en el sector oriental del estrecho de Magallanes. *Informes del Instituto de la Patagonia* 42: 22pp.
- Venegas, C. y Atalah, A. 1987b. Prospección aérea otoñal de toninas overas (*Cephalorhynchus Commersonii*) en el Estrecho de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia Serie Ciencias Naturales, Punta Arenas (Chile)* 17, 69-75.
- White, W.B. y Peterson, R.G.. 1996. An Antarctic Circumpolar Wave in surface pressure, wind, temperature and sea-ice extent. *Nature* 380: 699-702.

ANEXO I

FORMULARIO PARA RELEVAMIENTO DE DELFINES											
Llenado por					Fecha			Altura			
Area o zona					Transecta número		Velocidad				
Posición sol (reloj)		horizontal			vertical					Nubosidad (%)	
Inicio transecta		posición			Final posición						
		hora			transecta		hora				
Observador		Hora	Angulo	Tamaño grupo	Especie	Beaufort	Notas		Posición		
Izq.	Der.										
									S		
									W		
									S		
									W		
									S		
									W		
									S		
									W		
									S		
									W		
									S		
									W		

Capítulo 2

DETERMINACIÓN DE STOCKS

INTRODUCCIÓN

La identificación de posibles unidades poblacionales o “stocks” constituye un requisito fundamental para la elaboración de normas de manejo y conservación de cualquier especie. Por otro lado, desde el punto de vista teórico reviste interés saber cuales son los límites dentro de los cuales ocurren los procesos demográficos. El concepto de stock se refiere a su vez a dos grandes formas de diferenciación de grupos dentro de una especie; stock genéticos y stocks ecológicos. Los stocks genéticos se definen como subpoblaciones que tienen un grado de intercambio genético insignificante, con grupos vecinos (Allen, 1980). Por otro lado los stocks ecológicos, dinámicos o de manejo implican la persistencia de patrones espaciales de distribución y abundancia en una escala de tiempo ecológica, sin que exista, necesariamente, una diferenciación genética (George-Nascimento y Aranciabia, 1992). En consecuencia, dentro de un mismo stock genético podrían identificarse diferentes “stocks” ecológicos. Debido a que los procesos evolutivos actúan a nivel intraespecífico, las diferencias genéticas y los caracteres localmente adaptativos se acumulan en un “stock” a lo largo del tiempo. Este reservorio de diversidad genotípica y fenotípica incrementa la capacidad de una especie para sobrevivir a cambios ambientales. Así, uno de los principales objetivos de la conservación es preservar el potencial evolutivo de la especie manteniendo la diversidad encontrada en los “stocks” (Wang, 2002).

En este contexto, cuáles son las técnicas utilizadas para la identificación de “stocks” depende de cual es la definición de “stock”. El análisis de caracteres fenotípicos ha dominado este campo de investigación y aún actualmente resulta una herramienta útil; la comparación osteológica, morfológica y de coloración ha contribuido a la mayoría de las identificaciones de stocks biológicos, pues estos caracteres proveen evidencia tangible de diferenciación (Perrin, 1990; Perrin et al. 1982; Gao y Gaskin, 1996; Yuric y Gaskin, 1987; Amano y Miyazaki, 1992; Douglas et al., 1992; Hill Mikkelsen y Lund, 1994; Börjesson y Beggren, 1997). En los últimos años la atención se ha dirigido al estudio de caracteres moleculares; los análisis de iso y aloenzimas fueron importantes

para la identificación de stocks (Szapkievich, et al., 1999), pero se han vuelto obsoletos con el desarrollo de los estudios de ADN (Wang, 2002). En particular los estudios de ADN mitocondrial han dominado los estudios moleculares de los “stocks” de los mamíferos marinos (Wang, 2002; Dizon et al., 1997). Sin embargo el análisis directo del ADN nuclear, que es heredado de ambos progenitores se ha vuelto más común en la determinación de “stocks” biológicos (Taylor et al., 1997; Hoelzel et al., 1993, 1998; Wang y Berggren, 1997).

La mayoría de las especies de mamíferos marinos no tienen una distribución uniforme; usualmente hay áreas con alta concentración que están separadas por áreas de baja concentración. Esta distribución puede proveer una idea sobre donde se hallan los límites de los “stocks”. Sobre la base de diferencias ecológicas se pueden proponer los “stocks” ecológicos o de manejo. Estos se basan usualmente en preferencia de presas, presencia de parásitos o acumulación de contaminantes (Wang, 2002).

En este sentido conocer cuáles son las especies parásitas y cómo se estructuran las comunidades parasitarias puede aportar elementos cruciales en lo que hace a la ecología de los hospedadores. Varios estudios basados en la estructura de las comunidades parasitarias han aportado valiosa información sobre identidad poblacional (Dailey y Vogelbein, 1991; Delyamure, *et al.*, 1979), distribución, dieta (Dailey y Otto, 1982; Raga *et al.*, 2002; Aznar *et al.*, 2001), comportamiento y segregación social de los hospedadores (Balbuena y Raga, 1991, 1994; Best, 1969; Aznar *et al.*, 1995). Su utilidad como marcadores biológicos ha sido planteada en numerosas ocasiones, particularmente en peces (Dailey y Otto, 1982; Walker *et al.*, 1984; George-Nascimento y Arancibia, 1992; Williams *et al.*, 1992). Esto se debe a que tanto la composición de la dieta, como el grado de selección de presas transmisoras de parásitos y las variaciones estacionales y geográficas en la alimentación de los hospedadores, influyen en la estructura y grado de diversidad de las comunidades parasitarias (Balbuena y Raga, 1993).

Los mamíferos marinos se caracterizan por poseer una fauna parasitaria particular, la cual es el resultado de su colonización del ecosistema marino y su aislamiento ecológico del resto de los mamíferos, que en el caso de los cetáceos, va desde

principios de la era Terciaria (Barnes *et al.*, 1985). Sólo algunos helmintos parásitos ancestrales fueron capaces de responder a las presiones adaptativas debidas al nuevo medio, lo que resulta en una fauna helmíntica poco diversa. Algunos parásitos fueron adquiridos recientemente a través de un proceso denominado “captura de hospedadores”, por medio del cual los parásitos de las presas (peces) o aquellos propios de las aves marinas fueron adquiridos de forma accidental por los mamíferos marinos (Balbuena, 1992, Raga, 1997). Los cetáceos, por otro lado, a diferencia de los pinnípedos, poseen familias de parásitos exclusivas (Brauninidae, Nasitrematidae y Crassicaudiade) (Delyamure, 1955).

En términos generales, no se conocen los ciclos de vida de los parásitos de los mamíferos marinos. Esta falta de conocimiento se debe en parte a la dificultad en la obtención de ejemplares de mamíferos marinos para realizar cualquier tipo de estudio. Estos vertebrados se encuentran protegidos por leyes internacionales, y por leyes propias de cada uno de los países en los que habitan, lo que limita las investigaciones al hallazgo de animales varados en las costas o animales muertos incidentalmente en pesquerías. Esta circunstancia restringe el tamaño de las muestras con las que se puede llevar adelante cualquier estudio. Sumado a esto, y a causa del tiempo transcurrido desde la muerte del ejemplar hasta su disección, algunos parásitos sufren cambios degenerativos que afectan los caracteres taxonómicos, además se puede perder parte del material y algunos parásitos migran desde su localización original a otra.

El conocimiento que se tiene sobre la fauna parasitaria del género *Cephalorhynchus* es pobre, siendo muy pocos los trabajos realizados sobre estos hospedadores a la fecha. Entre los antecedentes se pueden mencionar los trabajos de McKenzie y Blair (1983) quienes trabajando con *C. hectori* encontraron nematodos de la familia Pseudaliidae, *Acuaria sp.*, *Contraecum sp.*, *Phocascaris sp.*, *Corynosoma sp.* y *Braunina cordiformes*. Esta última especie ya había sido hallada en *C. commersonii*. Hutton *et al.* (1987) describen lesiones en el mesenterio de *C. hectori* causadas por el digeneo *Campula sp.* Franjola y Figueroa (1988) encuentran en un ejemplar de *C. eutropia* al digeneo *Braunina cordiformes*; en 1989 Oporto y Torres reportan la presencia de larvas de *Pseudoterranova* (Nematoda: Anisakidae) en la misma especie;

en 1990 Figueroa y Puga encuentran el acantocephalo *Corynosoma cetaceum* en este mismo hospedador. Robineau y Duhamel (1984) encontraron larvas de *Pseudoterranova* sp en el contenido estomacal de ejemplares *C. commersonii* de las Islas Kerguelen. En 2001, Berón Vera *et al.* realizaron una descripción de los parásitos y de su ecología en ejemplares de *C. commersonii* provenientes del centro de Patagonia y de la Isla de Tierra del Fuego; en el presente capítulo se discuten parte de algunos de los resultados presentados en este trabajo.

Las diferencias en caracteres osteológicos pueden proveer información sobre los stocks biológicos y/o sobre los stocks ecológicos. Los caracteres métricos y no métricos craneales tienen una base genética; para analizar este tipo de diferencias se utilizan técnicas multivariadas. En el caso de variables continuas el método adecuado es el Análisis Discriminante (AD), que permite obtener la separación de grupos de individuos, y al mismo tiempo determinar las variables que determinan esta separación. O sea que su objetivo principal es desarrollar una función de las variables medidas, función discriminante, la cual produce una puntuación discriminante que permite asignar los individuos a los grupos, de acuerdo a una clasificación a priori, con un número mínimo de errores (Cuadras Avellana, 1981; Orlóci y Kenkel, 1985).

Por otro lado, los alejamientos de la simetría perfecta en los caracteres bilaterales, pueden ser la respuesta a factores ambientales que provocan estrés durante el desarrollo. Usualmente existen diferencias mensurables entre los lados derecho e izquierdo de cualquier carácter bilateral. Esta asimetría puede ser de varios tipos. Si la media de un lado es significativamente mayor que la del otro, la asimetría es Direccional. Si hay una diferencia entre los dos lados, pero cualquiera puede presentar el valor más grande, la condición se llama Antisimetría. En general se observa una distribución bimodal de las diferencias con su signo, o desviaciones de la normalidad en cuanto a la kurtosis. En el ANEXO I se presentan las distribuciones teóricas de las frecuencias para cada tipo de asimetría. El tipo más común de asimetría, sin embargo, es la *Asimetría Fluctuante* (Jackson, 1973; Van Valen, 1962; Palmer y Strobeck, 1986), la que es resultado de una pobre coadaptación de un complejo de genes y en consecuencia resultan útiles como una medida de la estabilidad en el desarrollo. La AF se puede medir numéricamente en el esqueleto de un organismo, pues es durante el

desarrollo fetal que estas desviaciones ocurren, y así se mantienen a lo largo de la vida del organismo (Leary *et al.*, 1983; Leary y Alledonrf, 1989; Palmer y Strobeck, 1986; Palmer, 1994).

La *asimetría fluctuante* (AF) es un fenómeno poblacional definido como desviaciones aleatorias de la simetría bilateral perfecta en un rasgo morfológico, para el cual las diferencias entre los lados derecho e izquierdo tienen una distribución normal con media cero (ANEXO I). Este tipo de asimetría refleja perturbaciones en el desarrollo (Watson y Thornhill, 1994). El grado de asimetrías aleatorias expresada por los individuos de una población dada puede variar ampliamente. Mientras las asimetrías aleatorias individuales tienen causas inmediatas en el estrés ambiental, la habilidad para ejecutar programas de desarrollo correcta y uniformemente durante esta etapa tiene bases genéticas. Aunque una gran proporción de individuos de una población tendrán asimetrías cercanas al cero para cualquier rasgo dado, debidas únicamente al azar, es necesario estudiar desviaciones de la simetría en rasgos múltiples para obtener medidas seguras de la capacidad de “buffer¹” en el desarrollo de los individuos.

La asimetría *Direccional* y la *Antisimetría* son evolutivamente controladas y probablemente adaptativas como asimetrías. La AF, por otro lado, es reducida por la selección natural, y parece ser el residuo después que el organismo desarrollado ha tratado de convertirse en tan simétrico como fue posible, dentro de lo admisible por efecto de la asimetría direccional y la antisimetría (Van Valen, 1962)

Los cráneos de los mamíferos son normalmente simétricos. Los odontocetos son los únicos mamíferos en los cuales la asimetría craneal es bien conocida, (Rommel, 1990), siendo el lado derecho más grande que el izquierdo, en particular el canal nasal derecho, presentando de esta manera una asimetría direccional. A la fecha ha habido pocos estudios sobre asimetrías fluctuantes en mamíferos marinos, sin embargo estas poblaciones han sido impactadas de manera tal que han conducido a la presencia de AF de manera significativa. Estudios realizados en el elefante marino del norte muestran un aumento significativo en las varianzas morfométricas y en AF como

¹ Capacidad “buffer” equivalente a capacidad de amortiguar

consecuencia de un severo cuello de botella por el que paso la población (Hoelzel, 1999; Hoelzel *et al.*, 2002).

Las desviaciones de la distribución normal en asimetrías fluctuantes aparecen en especies que han sido sometidas a distintos niveles de explotación (Roest, 1993) y cuando individuos pertenecientes a la misma especie se han mantenido aislados en el período de recuperación. La tonina overa fue objeto de explotación en la zona de Tierra del Fuego desde principios de siglo (Weber, 1920; Goodall *et al.*, 1988) para obtener grasa y hasta no hace mucho, en nuestro país en la pesquería de centolla como carnada junto a otros mamíferos marinos hasta que el Decreto Ley N° 1266/74 del Ejecutivo Nacional prohibió su caza y la Ley Provincial de Tierra del Fuego N° 101 prohibió su caza, industrialización y comercialización.

Si bien los estudios a nivel genético son los que definen taxativamente los stocks biológicos, previamente a éstos se puede realizar una aproximación mediante estudios osteológicos a nivel de cráneo, de asimetrías y parasitológicos. Esta aproximación previa permite determinar los potenciales stocks biológicos e identificar los stocks ecológicos .

El objetivo del presente capítulo es determinar la posible existencia de más de una unidad poblacional de tonina overa en las costas patagónicas, siendo esta información de suma importancia al momento de dar normas de manejo adecuadas a la realidad. Para lograr este objetivo se puso a prueba la siguiente hipótesis:

HIPOTESIS: Existe una única unidad poblacional de tonina overa en las costas patagónicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de caracteres osteológicos, como ya se ha señalado, permite identificar stocks biológicos, ya que los caracteres métricos tienen una base genética. Las asimetrías fluctuantes, a nivel de medidas de las estructuras pares del cráneo; permiten determinar stocks ecológicos. Los estudios de ecología parasitaria asociados al estudio

de la ecología trófica permiten identificar potenciales stocks biológicos o establecer la existencia de stocks ecológicos

- CRANEOMETRÍA

Datos

Para llevar adelante el estudio de los caracteres osteológicos se trabajó con ejemplares (n = 104), colectados en la Isla de Tierra del Fuego por la Dra. Natalie Goodall y ejemplares colectados en las costas del centro Patagónico (n=9). A cada cráneo se le tomaron las siguientes medidas (Tabla 1) (Goodall *et al.*, 1988; Schnell *et al.*, 1985; Ross, G.J.B, 1979, Kasuya, 1973): (Fig. 1 y 4 (vista dorsal); 2 (vista ventral); 3 (vista lateral), y 5 (detalles de la mandíbula))

Tabla 1. Medidas craneales con sus abreviaturas

1 Largo Condilobasal	LCB
2 Largo del rostro	LR
3 Ancho basal del rostro	ARB
4 Ancho rostral a mitad del largo	ARML
5 Ancho premaxilar en la base	APMB
6 Ancho premaxilar a mitad del largo del rostro	APMML
7 Ancho premaxilar a $\frac{3}{4}$ del largo del rostro	APMTCL
8 Extremo del rostro a orificios nasales externos	ERONE
9 Extremo del rostro a orificios nasales internos	ERONI
10 Ancho preorbital	APO
11 Ancho postorbital	APTO
12 Ancho de narinas externas	AEON
13 Ancho Zigomático	AZ
14 Ancho máximo de premaxilares	AMPM
15 Ancho parietal	AP
16 Altura craneal	AC
17 Largo craneal	LC
18 Largo de la fosa posttemporal izquierda	LFPTI
19 Largo de la fosa posttemporal derecha	LFPTD
20 Ancho de la fosa posttemporal izquierda	AFPTI

21	Ancho de la fosa postemporal derecha	AFPTD
22	Largo orbital izquierdo	LOI
23	Largo orbital derecho	LOD
24	Largo del proceso anteorbital izquierdo	LPAOI
25	Largo del proceso anteorbital derecho	LPAOD
26	Ancho de narinas internas	ANI
27	Largo Pterigoideo izquierdo	LPI
28	Largo Pterigoideo derecho	LPD
29	Largo de la línea de dientes de arriba izquierda	LLDUI
30	Largo de la línea de dientes de arriba derecha	LLDUD
31	Largo de la línea de dientes de abajo izquierda	LLDLI
32	Largo de la línea de dientes de abajo derecha	LLDLD
33	Largo mandibular izquierdo	LMI
34	Largo mandibular derecho	LMD
35	Alto mandibular izquierdo	AMI
36	Alto mandibular derecho	AMD
37	Largo de la fosa mandibular izquierda	LFMI
38	Largo de la fosa mandibular derecha	LFMD
39	Largo de la bulla izquierda	LBI
40	Largo de la bulla derecha	LBD
41	Largo periótico izquierdo	LPOI
42	Largo periótico derecho	LPOD
43	Exposición frontal izquierda	EFI
44	Exposición frontal derecha	EFD
45	Largo total (en caso de encontrar el ejemplar fresco)	LTot
46	Peso (en caso de encontrar el ejemplar fresco)	P
48	Sexo	S
49	Edad	E

Dichas mediciones se realizaron mediante el uso de calibre electrónico digital (0 - 150 mm) y antropómetro para medidas que superaron los 15 cm. Además de estas medidas se consignó, cuando fue posible, para cada individuo su número de identificación, fecha de muerte y/o de recolección, lugar donde se halló el individuo. La edad se determinó por la lectura de líneas de crecimiento en dientes, cemento y/o

dentina, de acuerdo a la técnica de descalcificación con ácido y corte con micrótomo de congelación (Crespo *et al.*, 1994). El sexo se determinó por identificación de las manchas genitales o por estudio de la anatomía interna, observación de órganos reproductores, cuando el estado del ejemplar recolectado así lo permitió. La información obtenida se consignó en una hoja de cálculo (Excel 2000).

En el caso de las medidas pares (18-19, 20-21, 22-23, 24-25, 27-28, 29-30, 31-32, 33-34, 35-36, 37-38, 39-40, 41-42, 43-44), se calculó el promedio. En los casos en que faltaba uno de los lados, debido a rotura del hueso, se usó la medida del lado que estaba completo en lugar del promedio. También se definió una variable relacionada con las medidas bilaterales, diferencia (izquierdo menos derecho) con su signo. Por otro lado, con el objetivo de estandarizar las medidas, se definió una variable como la diferencia con respecto al promedio del par (Tabla 2). Esta última variable se definió de esta manera con el objeto de independizar la diferencia de la magnitud de la variable (Lens *et al.*, 2002).

Tabla 2. Variables definidas a partir de las medidas bilaterales. (*) El denominador representa el promedio del par.

Medidas bilaterales	Variable Promedio	Variable Diferencia	Valor Absoluto de la Diferencia	Variable Diferencia estandarizada (*)
Largo de la fosa posttemporal	$\frac{LFPTI + LFPTD}{2}$	LFPTI - LFPTD	$ LFPTI - LFPTD $	$\frac{LFPTI - LFPTD}{LFPT}$
Ancho de la fosa posttemporal	$\frac{AFPTI + AFPTD}{2}$	AFPTI - AFPTD	$ AFPTI - AFPTD $	$\frac{AFPTI - AFPTD}{AFPT}$
Largo orbital	$\frac{LOI + LOD}{2}$	LOI - LOD	$ LOI - LOD $	$\frac{LOI - LOD}{LO}$
Largo del proceso anteorbital	$\frac{LPAOI + LPAOD}{2}$	LPAOI - LPAOD	$ LPAOI - LPAOD $	$\frac{LPAOI - LPAOD}{LPAO}$
Largo Pterigoideo	$\frac{LPI + LPD}{2}$	LPI - LPD	$ LPI - LPD $	$\frac{LPI - LPD}{LP}$

Largo de la línea de dientes de arriba	$\frac{LLDUI + LLDUD}{2}$	LLDUI - LLDUD	$ LLDUI - LLDUD $	$\frac{LLDUI - LLDUD}{LLDU}$
Largo de la línea de dientes de abajo	$\frac{LLDLI + LLDLD}{2}$	LLDLI - LLDLD	$ LLDLI - LLDLD $	$\frac{LLDLI - LLDLD}{LLDL}$
Largo mandibular	$\frac{LMI + LMD}{2}$	LMI - LMD	$ LMI - LMD $	$\frac{LMI - LMD}{LM}$
Alto mandibular	$\frac{AMI + AMD}{2}$	AMI - AMD	$ AMI - AMD $	$\frac{AMI - AMD}{AM}$
Largo de la fosa mandibular	$\frac{LFMI + LFMD}{2}$	LFMI - LFMD	$ LFMI - LFMD $	$\frac{LFMI - LFMD}{LFM}$
Largo de la bulla	$\frac{LBI + LBD}{2}$	LBI - LBD	$ LBI - LBD $	$\frac{LBI - LBD}{LB}$
Largo periótico	$\frac{LPOI + LPOD}{2}$	LPOI - LPOD	$ LPOI - LPOD $	$\frac{LPOI - LPOD}{LPO}$
Exposición frontal	$\frac{EFI + EFD}{2}$	EFI - EFD	$ EFI - EFD $	$\frac{EFI - EFD}{EF}$

Análisis de Datos

En todos los casos se analizó la distribución de cada una de las variables, poniéndose a prueba la hipótesis de normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, con la modificación de Lilliefors (Sokal y Rohlf, 1995). Se trabajó con un nivel de significación de 0.05. En aquellas variables que no se verificó este análisis se realizó un análisis de asimetría, para ver si su incorporación en análisis estadísticos posteriores afectaban la robustez de la prueba F. Se consideró *ad doc* que desviaciones menores del 10% no eran significativas. En el caso de las variables bilaterales se trabajó con los promedios.

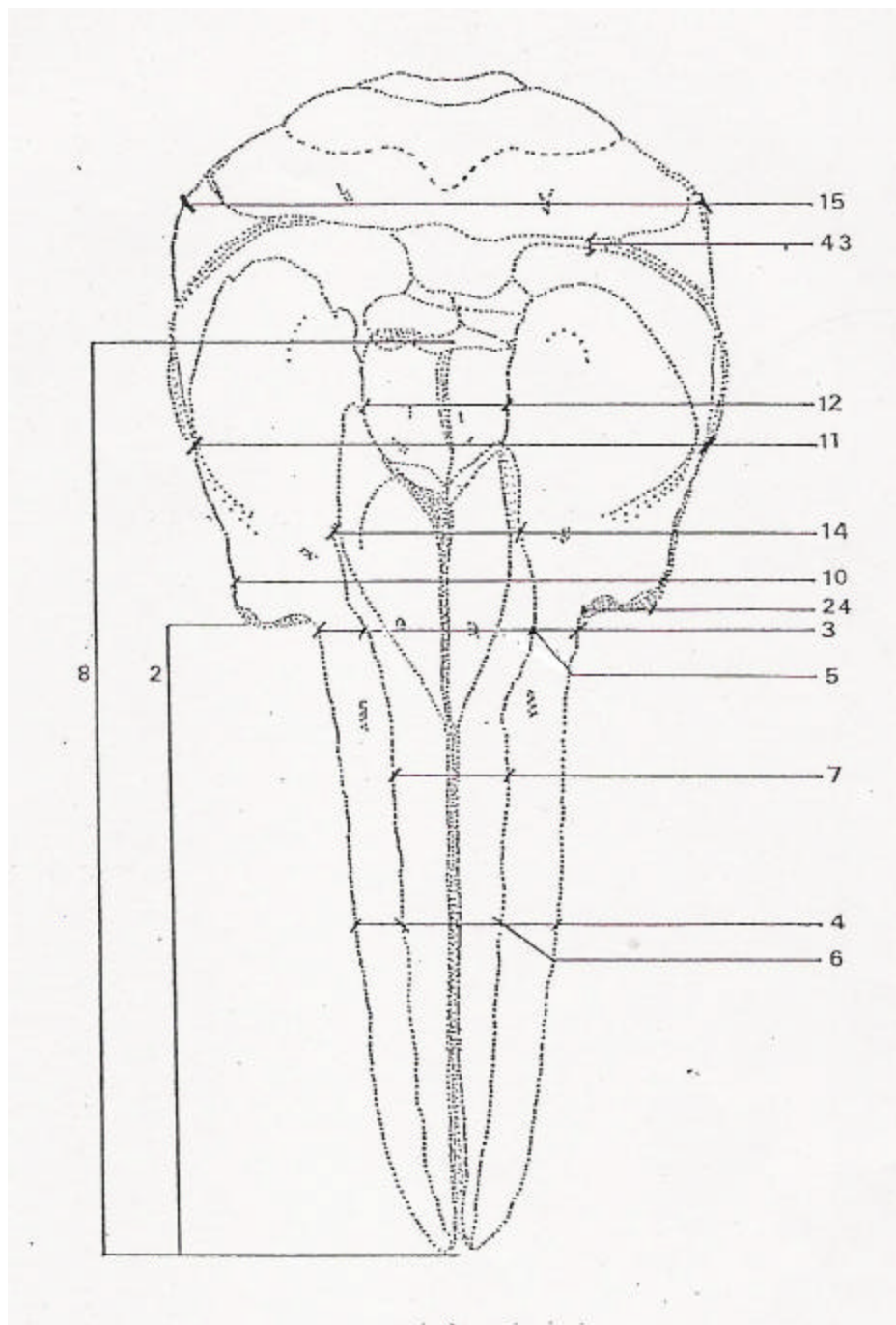


Figura 1. Vista Dorsal del cráneo de *Cephalorhynchus commersonii* con indicación de las medidas tomadas. El número indica las medidas detalladas en la Tabla 1.

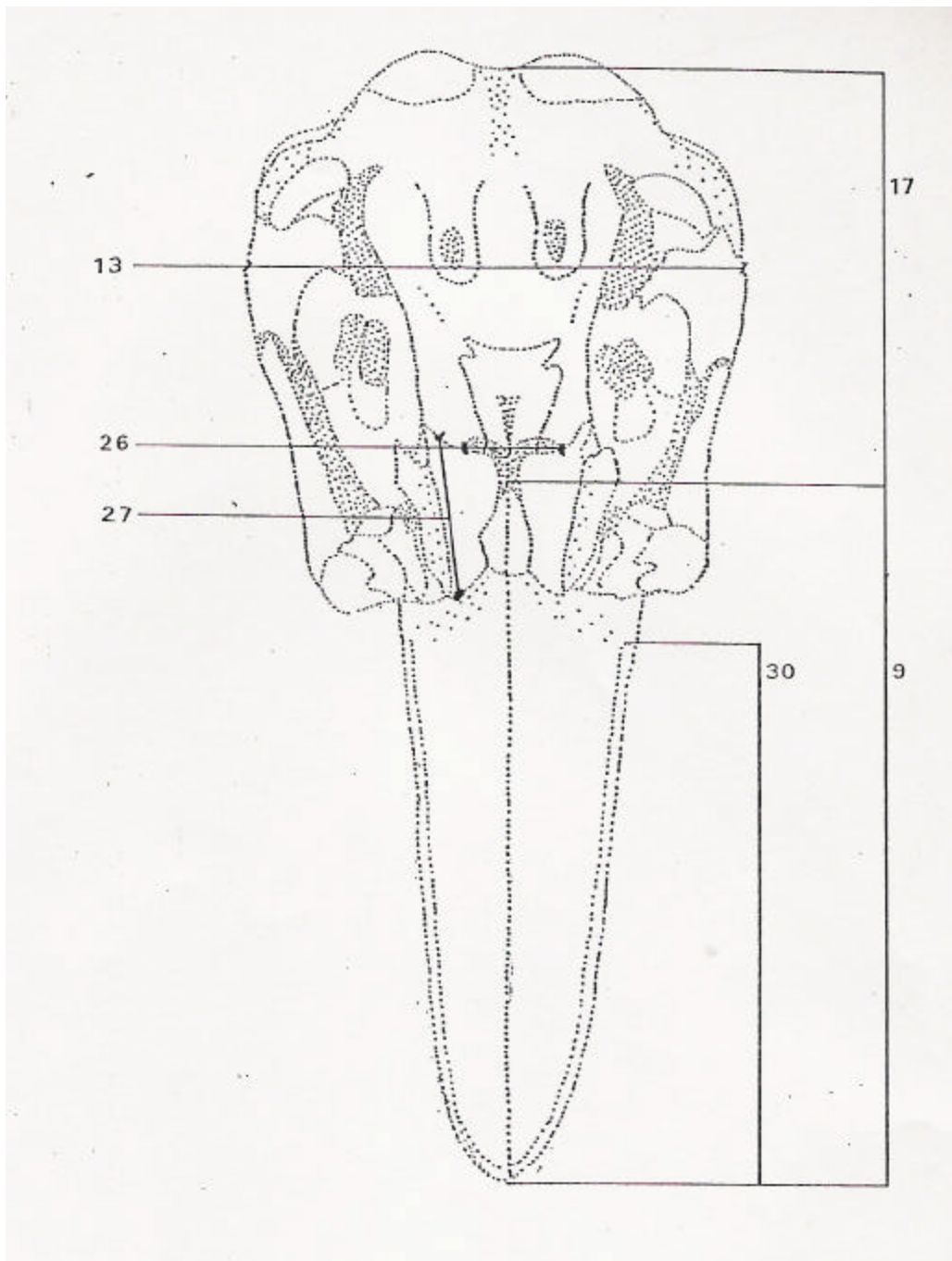


Figura 2. Vista ventral del cráneo de *Cephalorhynchus commersonii*, con indicación de las medidas tomadas. El número indica las medidas detalladas en la Tabla 1.

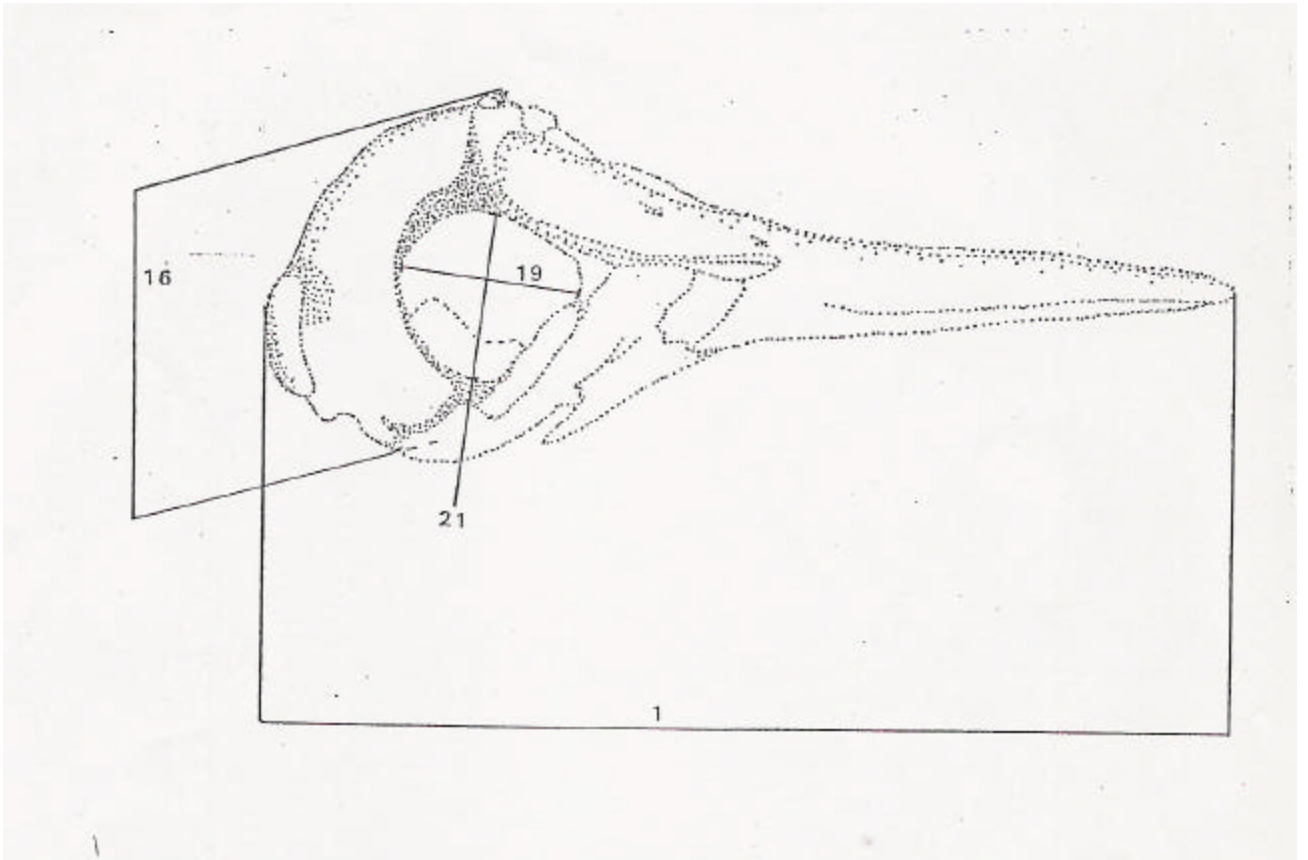


Figura 3. Vista lateral del cráneo de *Cephalorhynchus commersonii*, con indicación de las medidas tomadas. El número indica las medidas detalladas en la Tabla 1.



Figura 4. Vista dorsal de cráneos correspondientes a individuos de ambos sexos.

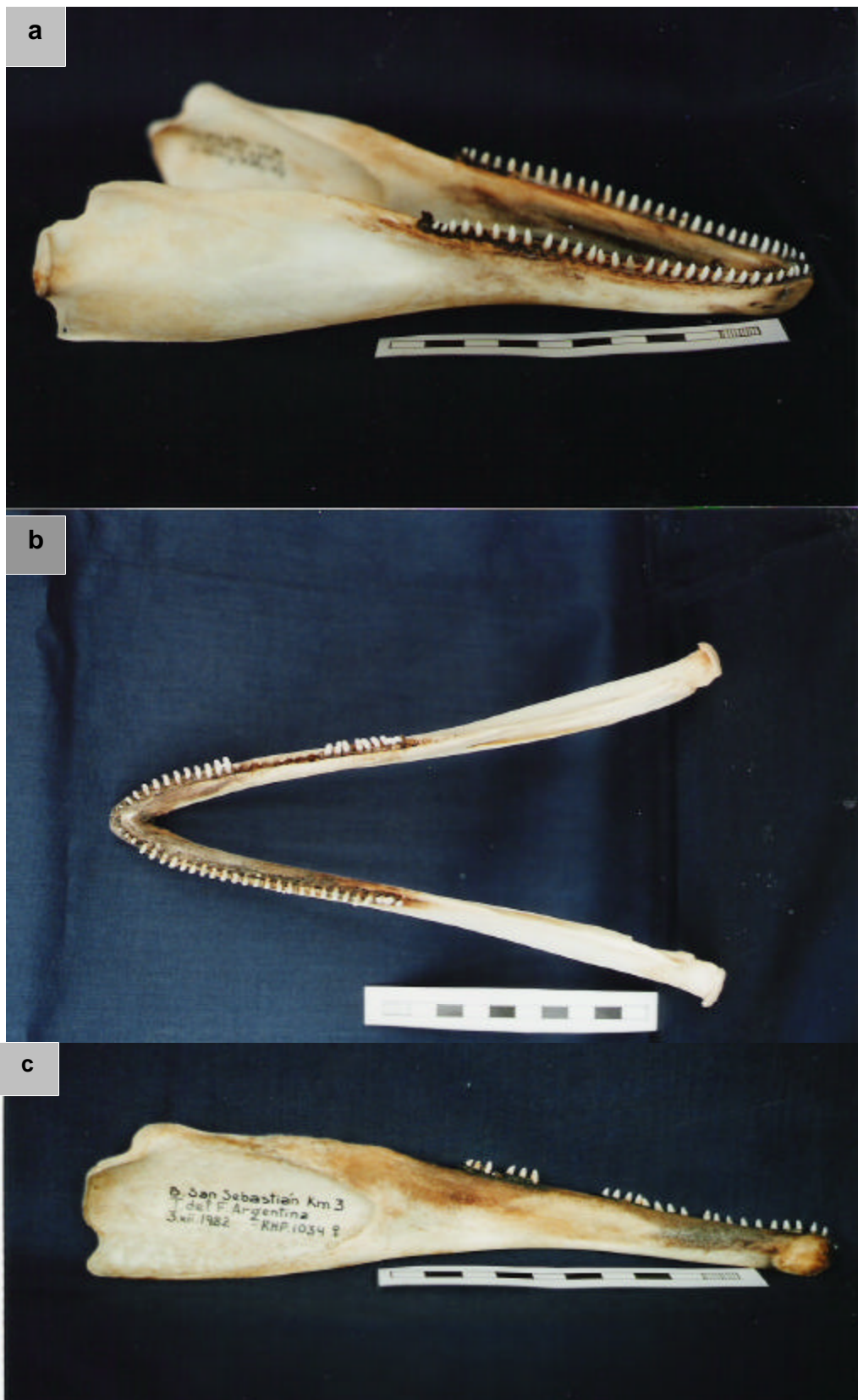


Figura 5. Mandíbula de *Cephalorhynchus commersonii*. a) Vista lateral. b) Vista dorsal. c) Vista lateral de hemimandíbula, se observa la Fosa mandibular

Se realizó un análisis discriminante por pasos (forward stepwise) (Gittins, 1979; Stiteler, 1979; Neff y Marcus, 1980; Cuadras Avellana, 1981; Whitaker, 1997) para poner a prueba la hipótesis planteada anteriormente, sobre la existencia de más de un grupo. Para este análisis se utilizaron $n = 96$ ejemplares ($n_S^2 = 87$; $n_N = 9$) en los que se pudo tomar todas las medidas. Se usaron 30 variables (LCB, LR, ARB, ARML, APMB, APMML, APMTCL, ERONE, ERONI, APO, APTO, AEON, AZ, AMP, AP, AC, LFPTP, AFPTP, LOP, LPAOP, ANI, LPTP, LLDUP, LLDLP, LMP, AMPR, LFMP, LBP, LPOP, EFP) (Tablas 1 y 2). La función discriminante obtenida (también denominada raíz canónica), es una nueva variable creada como una combinación lineal de variables discriminantes independientes, de la forma $D = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + c$; donde los b_i ($i = 1, 2, \dots, n$) son los coeficientes y las x_i son variables discriminantes y c es una constante. Los b_i maximizan la distancia entre las medias de la variable dependiente (o de criterio de clasificación)

El autovalor de cada función discriminante refleja el grado de importancia de las dimensiones con las que clasifica los casos de la variable dependiente. Los autovalores están asociados con porcentajes de la varianza explicada en la variable dependiente, acumulando el 100% para todas las funciones. La correlación canónica de cada función discriminante es la correlación de la función con las puntuaciones discriminantes. Una puntuación discriminante es el valor que resulta de aplicar una función discriminante a un caso particular. El grupo centroide es el valor medio de las puntuaciones discriminantes para una categoría dada de la variable dependiente, así dos grupos en un análisis discriminante tienen dos centroides, uno para cada grupo.

Para realizar el análisis discriminante se usó el método lambda de Wilks, con un criterio definido por el valor de F_{v_1, v_2} ($v_1 = 1, 2, \dots, 8$; $v_2 = 28, 27, \dots, 21$). La prueba lambda de Wilks (Λ Wilks) se usa en un ANOVA (F) para ver si existen diferencias en las medias de las puntuaciones discriminantes, de manera tal que el menor valor de Λ para una variable independiente implica una mayor contribución de la variable a la función discriminante. Los valores de Λ varían entre 0 y 1, indicando el 0 que las medias de los grupos difieren, y el 1 que las medias de los grupos son iguales. La

² n_S tamaño de la muestra sur, n_N tamaño de muestra norte

prueba F de lambda de Wilks muestra qué contribuciones de las variables son significativas. El Λ de Wilks se usa en otro contexto en el análisis discriminante, para poner a prueba la significación de la función discriminante como un todo. El Λ de Wilks también se usa en un tercer contexto para evaluar el progreso en la clasificación cuando se usa un análisis discriminante secuencial.

Se obtuvo la tabla denominada matriz de estructura, que muestra la correlación de cada variable con cada función discriminante. Los coeficientes de la función discriminante estandarizada indican la contribución parcial de cada variable a la función discriminante, controlada por las otras variables independientes incorporadas en la ecuación. Los coeficientes de estructura indican la correlación simple entre las variables y la función discriminante. Los coeficientes estandarizados de la función discriminante se usan para controlar la contribución única de cada variable independiente a la función discriminante.

Se realizó la prueba M de Box que docima la hipótesis “las matrices de covarianza no difieren entre los grupos formados por la variable dependiente”. Este es un supuesto del análisis discriminante. Esta prueba es muy sensible al supuesto de normalidad multivariada. Aún así, el análisis discriminante puede ser robusto cuando está última suposición es violada.

Se calculó la distancia de Mahalanobis que es la distancia entre un caso y el centroide para cada grupo en un espacio n-dimensional definido por n variables. También se realizó una validación cruzada, por el método de jackknife, donde cada caso se clasifica mediante las funciones derivadas a partir del resto de los casos.

A causa de que no se contó con una muestra problema, para verificar la efectividad del análisis discriminante, se realizó un nuevo análisis reduciendo la muestra del sur de manera tal que ambos grupos fueran homogéneos con respecto a las edades. En este caso se trabajó con $n = 30$ ($n_S = 21$, $n_C = 9$). Se repitieron los pasos mencionados anteriormente.

Para realizar el análisis de asimetrías fluctuantes, se tomó una submuestra de cada una de las muestras, sur y centro, con el objeto de tener dos muestras comparables.

Estas submuestras se homogeneizaron con respecto al sexo y a la edad. Debido a que en la muestra del centro solo hay dos machos, el análisis de AF se llevo adelante sólo con las hembras y dentro del grupo de edades entre 3 y 14 años, por lo cual se trabajó con $n_S = 14$ y $n_N = 7$. El número de variables incluidas en el análisis fue igual a 12 (EF, AFPT, LFPT, LO, LPAO, LLDU, LLDL, LM, AM, LFM, LB, LPO). Se utilizó como medida de AF al cociente entre la diferencia de ambos lados, con su signo, sobre el promedio

del par: $\left[\frac{I_i - D_i}{\left(\frac{I_i + D_i}{2} \right)} \right]$ donde i indica el número de individuo (Palmer y Strobeck, 1986; 2003)

La distribución de los valores de la diferencia (Izquierdo menos Derecho) con su signo dividida por el promedio del par, fue puesta a prueba para normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, con la corrección de Lilliefors. Se controló la existencia de asimetría direccional (AD) con la prueba “t” de Student, para la diferencia de medias entre los lados. Gráficos de las distribuciones que son significativamente no normales revelan que el sesgo sucede por alejamientos de la normalidad (distribuciones bimodales implican antisimetría (AS)) (ANEXO I) (Palmer y Strobeck ,1986).

Se realizó una prueba T^2 de Hottelling para verificar si la evidencia total indica que existen diferencias entre ambos grupos, centro y sur. Esta prueba estadística es una generalización de la prueba “t” de Student, para ser más precisos, del cuadrado de esta prueba. La prueba T^2 de Hottelling supone que las dos muestras provienen de una distribución multivariada con igual matriz de covarianzas. Pequeñas desviaciones de estos supuestos no afectan los resultados de la prueba (Manly, 1994). Para llevar adelante esta prueba se trabajo con el software R. Los resultados obtenidos se presentan gráficamente mediante los gráficos de Andrews (Andrews, 1972) los que están basados en series de Fourier. Se construye:

$$f_i(t) = \frac{X_{1i}}{\sqrt{2}} + X_{2i} \text{sen}(t) + X_{3i} \text{cos}(t) + X_{4i} \text{sen}(2t) + X_{5i} \text{cos}(2t) + \dots, \text{ con } t \in (-\pi, \pi).$$

- ECOLOGÍA PARASITARIA

Datos

Se trabajó con 31 ejemplares de tonina overa provenientes de la costa central de Patagonia capturados incidentalmente, por la pesquería de arrastre, en la boca del Golfo San Jorge (área centro, $n_c = 9$)³ y el resto fueron capturados incidentalmente, por la pesquería artesanal que opera con redes agalleras en la Isla de Tierra del Fuego (área sur, $n_s = 22$). Los ejemplares provenientes de ambas zonas eran en su mayoría hembras ($n_{ch} = 7$ y $n_{sh} = 13$).

Se revisaron los compartimentos del estómago (estómago químico y muscular, y ampolla duodenal). Se palparon las paredes en búsqueda de presencia de quistes; en el caso de encontrarlos se disecaron para liberar los helmintos. Los intestinos fueron medidos y seccionados en treinta (30) segmentos iguales, previo a seccionarlos longitudinalmente. Esta metodología se adopta para poder realizar comparaciones sobre la distribución de los helmintos en diferentes hospedadores (Berón-Vera, 1999, Berón-Vera *et al.*, 2001). En ambos casos se trabajó bajo microscopio estereoscópico sobre una serie de tamices de malla fina, para separar los restos de contenido de los parásitos presentes, y bajo goteo de agua para limpiar la superficie de los órganos revisados (Balbuena y Raga, 1994). Los nematodos, digeneos y cestodes colectados se lavaron en solución salina y se fijaron en etanol 70%. La determinación del material fue realizada al menor nivel taxonómico por Bárbara Berón-Vera.

Análisis de Datos

Todos los helmintos fueron identificados y contados a fin de calcular los índices parasitológicos, siguiendo la terminología propuesta por Margolis *et al.* (1982) y revisada por Bush *et al.* (1997):

- Prevalencia (P): porcentaje de hospedadores infectados con un determinado tipo de parásito

³ n_c número de individuos provenientes del centro de Patagonia; n_s número de individuos provenientes de Tierra del Fuego

$$P_i = \left(\frac{\text{n}^\circ \text{ de hospedador es infectados por el parásito } i}{\text{n}^\circ \text{ total de hospedadores}} \right) \times 100$$

- Intensidad (I): número de individuos de una especie particular de parásito en cada hospedador infectado de la muestra.
- Intensidad media (IM): número medio de individuos de una especie particular de parásito por hospedador infectado en la muestra

$$IM_i = \frac{\text{n}^\circ \text{ de parásitos de la especie } i}{\text{n}^\circ \text{ de hospedadores infectados con el parásito } i}$$

- Rango de intensidad (RI): intervalo de valores de intensidad individual de una especie de parásito para una especie hospedadora

$$RI_i = [I_{\min}; I_{\max}]$$

- Abundancia Media (AM): número medio de parásitos de una especie por hospedador examinado.

$$AM_i = \frac{\text{n}^\circ \text{ de parásitos de la especie } i}{\text{n}^\circ \text{ total de hospedadores}}$$

Se realizó una prueba de Mann – Withney (Conover, 1999) para verificar las posibles diferencias en AM e IM de cada una de las especies, con respecto a la zona.

Se caracterizó cada una de las comunidades, centro y sur, mediante el cálculo del índice de Shanonn Wiener, que se basa en la teoría de información, y que tiene en cuenta tanto la equitabilidad como la riqueza de especies. Para determinar la existencia o no de diferencias entre las diversidades de parasitofauna de ambas zonas se utilizó la prueba de Welch de aproximación a t (Zar, 1999; Magurran, 1988). Los índices de diversidad fueron calculados y comparados en el nivel de comunidad componente, para ello se trabajó sólo con la parasitofauna gastrointestinal.

Para estudiar la distribución espacial, en el intestino, de cada uno de los grupos se calcularon los siguientes índices de dispersión:

- $I = \frac{\text{varianza observada}}{\text{media observada}}$; la prueba estadística asociada con este índice es una chi-cuadrado $X^2 = I(n-1)$. Este valor es comparado con dos valores críticos $\chi^2_{v; 1-\alpha/2}$ y $\chi^2_{v; \alpha/2}$. (Krebs, 1999)
- Índice de dispersión estandarizado de Morisita (I_p) (Krebs, 1989, 1999); este

índice toma valores entre -1 y 1 , con un intervalo de confianza del 95% entre -0.5 y 0.5 . Un patrón de distribución al azar da un valor de $I_p = 0$; un patrón agregado da valores de $I_p < 0$ mientras que un patrón uniforme determina valores de $I_p > 0$.

Los datos observados se ajustaron a una distribución binomial negativa, el parámetro k fue estimado por máxima verosimilitud para lo que se utilizó el programa NEGBINOM (Krebs, 1992). Para estudiar la bondad del ajuste a esta distribución se realizó la prueba χ^2 de bondad de ajuste y la prueba U de bondad de ajuste, la cual compara la varianzas observada y esperada de la distribución binomial negativa. El valor esperado de U es cero. Si el valor observado de U es mayor que dos veces su error estándar (ES) se rechaza la hipótesis nula que sostiene que la distribución binomial negativa es adecuada para describir los datos observados (Krebs, 1999). Para realizar este análisis se usó el programa ANSCOMBE (Krebs, 1992).

- ECOLOGÍA TRÓFICA

Datos

Se realizó un análisis de la dieta con el objetivo de determinar posibles vectores. Para ello se contó con el análisis de la dieta de las toninas del centro de Patagonia realizado por Koen Alonso (1999) y los resultados hallados por Bastida *et al.* (1988) para las toninas de Tierra del Fuego. Por otro lado se analizó la dieta de 35 ejemplares provenientes de captura incidental acaecida en 1995 en la Isla de Tierra del Fuego, sobre la Bahía de San Sebastián colectados por Goodall.

Los contenidos de los tractos digestivos fueron separados bajo chorro de agua, sobre una columna de tamices de tamaño de malla entre $0,5$ mm y 1 mm. Las especies presa fueron identificadas hasta la menor categoría taxonómica posible y cuantificadas a través de restos duros: otolitos (*sagitta*) y huesos craneales de peces, picos de cefalópodos y exoesqueletos de crustáceos. Para la determinación⁴ se utilizó material de referencia perteneciente al Laboratorio de Mamíferos Marinos del Centro Nacional Patagónico (LAMAMA), el cual está compuesto por 76 especies de peces, 25 especies de cefalópodos y 71 especies de crustáceos, y catálogos publicados (Menni *et al.*,

⁴ La determinación del material la realizó, en parte, el Lic. N. A. García

1984; Roper *et al.*, 1984; Clarke, 1986; Boschi *et al.*, 1992; Gosztonyi y Kuba, 1996; Volpedo y Echeverría, 2000).

Los restos completos y no digeridos (presas completas, picos, exoesqueletos y otolitos) fueron medidos con un calibre digital Mitutoyo (apreciación mínima 0,01 mm). Cuando se encontraron restos duros digeridos o rotos y se pudo determinar la especie presa a partir de ellos, se asignó la medida correspondiente (largo o peso) por comparación con individuos del material de referencia de talla similar.

El número de individuos (NI) de una especie de pez en particular, encontrado en un tracto digestivo, se calculó como $NI = OI + 0,5 NA$ si $OI > OD$, o como $NI = OD + 0,5 NA$ si $OD > OI$. Donde OI, OD, y NA indican número de otolitos izquierdos, derechos, y no asignados respectivamente (Koen Alonso *et al.*, 1998). El número mínimo de cefalópodos se obtuvo con el recuento máximo de picos superiores o inferiores para cada especie. El número mínimo de crustáceos se obtuvo por medio del recuento, según el caso, de quelas, telson o cefalotórax.

El tamaño (LT) de peces, largo dorsal del manto (LDM) de cefalópodos, y el peso húmedo (PH) en gramos de las presas se estimaron a partir de regresiones alométricas disponibles en el LAMAMA y en la literatura (Clarke, 1986; Collm, 2002; Koen Alonso, 1999; Koen Alonso *et al.*, 1998; 1999; 2000). Éstas fueron calculadas siguiendo el procedimiento descrito por Neter *et al.* (1990). En aquellos casos para los cuales no se contó con regresiones disponibles, se utilizaron las regresiones de especies relacionadas para calcular el LT, LDM y PH. En el caso de no disponer de regresiones de especies relacionadas, el PH fue asignado por comparación directa con individuos frescos, pesados y medidos, de tamaño similar a los hallados en los tractos digestivos, o a través del peso de los restos. En el caso del globito tierno (*Semirossia tenera*), se asignó un peso promedio de 3 g. por individuo (Koen Alonso, 1999).

Análisis de Datos

Con el fin de obtener una estimación robusta de la importancia relativa de las presas y facilitar la comparación entre las dos áreas de estudio, se calcularon distintos índices (Cortés, 1997):

• Índice de dominancia numérica (%N): Este índice mide la abundancia de las presas en la muestra total, pero no es sensible a la distribución de las presas en los tractos digestivos (Hyslop, 1980). Sobreestima la importancia de presas pequeñas consumidas en gran número (Hyslop, 1980). Se define como:

$$\%N = \left(\frac{n^{\circ} \text{ de individuos del ítem } i}{n^{\circ} \text{ total de individuos}} \right) \times 100$$

La sumatoria de los %N de todas las presas es igual a 100%

• Índice de frecuencia de ocurrencia (%FO): La frecuencia de ocurrencia evalúa la asiduidad con que una dada presa es capturada; no es sensible a la abundancia de la presa. Este índice no aporta información acerca del volumen relativo de cada especie presa presente en el tracto digestivo (Hyslop, 1980). Se define como:

$$\%FO = \left(\frac{n^{\circ} \text{ de tractos digestivos con el ítem } i}{n^{\circ} \text{ total de tractos digestivos}} \right) \times 100$$

Se consideró como el número total de tractos digestivos a todos aquellos que presentaron restos de alimento. La sumatoria de las %FO supera el 100% debido a la aparición de más de una presa por tracto digestivo.

• Índice de porcentaje en peso húmedo (%PH): El %PH nos da una idea acerca de la incidencia en biomasa de una especie presa dada. Hyslop (1980) recomienda utilizarlo cuando se analizan muestras grandes. Se define como:

$$\%PH = \left(\frac{\text{Peso húmedo del ítem } i}{\text{Peso húmedo total del contenido}} \right) \times 100$$

La sumatoria de los %PH de todas las presas es igual a 100%.

• Índice de importancia relativa (IRI): Este índice tiene por objeto evaluar en forma integral el aporte de las distintas especies presa a la dieta (Hyslop, 1980). Al incorporar biomasa (%PH), cantidad (%N) y frecuencia de ocurrencia (%FO) en una sola medida provee una representación adecuada del aporte de cada una de las presas a la dieta (Cortés, 1997).

El índice utilizado en este estudio es una versión modificada del propuesto por Pinkas *et al.* (1971), en el cual se reemplazó el índice de porcentaje en volumen

por el índice de porcentaje en peso húmedo (Castley *et al.*, 1991; Koen Alonso *et al.*, 1998). Por lo tanto el índice de importancia relativa se define como:

$$IRI = (\%N + \%PH) \%FO$$

Con el fin de facilitar la comparación de la importancia de los diferentes ítem presa, se lo expresó como porcentaje (Cortés, 1997), quedando definido entonces como:

$$\%IRI_i = \left(\frac{IRI_i}{\sum_i^n IRI_i} \right) \times 100$$

donde n es el número de especies presa. La sumatoria de los %IRI de todas las presas es igual a 100%.

Con el objeto de caracterizar en sentido amplio la dieta, el IRI% fue calculado considerando grandes grupos zoológicos (peces, crustáceos y moluscos) y grupos ecológicos de las presas. Éstos fueron asignados siguiendo a Angelescu (1982), Menni (1983), Menni *et al.* (1984), Angelescu y Prenske (1987) y Boschi *et al.* (1992).

También se realizó un relevamiento bibliográfico sobre estudios de los parásitos de las presas de la tonina overa en el mar Argentino, en particular de la anchoita, *Engraulis anchoita*, (Timi, 2003; Timi y Poulin, 2003; Timi *et al.*, 1999, 2001); del calamar común, *Illex argentinus*, y el calamar patagónico, *Loligo gahi*, (Brickle *et al.*, 2001, Nigmatullin, 1989; Nigmatullin y Shukhgálter, 1990; Sardella *et al.*, 1990); de la merluza, *Merluccius hubbsi*, (Sardella y Timi, 2004). Del resto de las especies no hay estudios a la fecha sobre los parásitos y sus estadios. Se estudio la diversidad de la dieta mediante los índices de riqueza de especies de Margalef (D_{Mg}) y de Menhinick (D_{Mn}) (Magurran, 1988):

$$D_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N} \qquad D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

S: número de especies en la muestra

N: número total de individuos

RESULTADOS

- CRANEOMETRÍA

El estudio de las variables determinó que la mayoría de ellas presenta una distribución normal (Tabla 3), con excepción de las variables APMTCL (ancho premaxilar a $\frac{3}{4}$ del rostro), ERONI (extremo del rostro a orificios nasales internos), APTO (ancho postorbital), AEON (ancho de narinas externas), AZ (ancho zigomático), AP (ancho parietal), LC (largo craneal), LFPTP (largo de la fosa posttemporal promedio) y LPOP (largo periótico promedio). El análisis correspondiente de asimetría de la distribución de cada variable (Tabla 4) determinó que la variable LC (largo craneal) no cumple con los supuestos, por lo cual no se incluye en el análisis discriminante.

Tabla 3. Pruebas de normalidad. Kolmogorov-Smirnov (Corrección de la significación de Lilliefors).

Variable	Estadístico	gl	Sig.
LCB (largo condilobasal)	0.086	87	> 0.15
LR (largo rostral)	0.096	87	> 0.05
ARB (ancho basal del rostro)	0.075	87	> 0.20
ARML (ancho premaxilar en la base)	0.070	87	> 0.20
APMB (ancho premaxilar en la base)	0.060	87	> 0.20
APMML (ancho premaxilar a mitad del largo del rostro)	0.070	87	> 0.20
APMTCL (ancho premaxilar a $\frac{3}{4}$ del largo del rostro)	0.140	87	0.00
ERONE (extremo del rostro a orificios nasales externos)	0.066	87	> 0.20
ERONI (extremo del rostro a orificios nasales internos)	0.103	87	0.02
APO (ancho preorbital)	0.060	87	> 0.20
APTO (ancho postorbital)	0.132	87	0.00
AEON (ancho de narinas externas)	0.127	87	0.00
AZ (ancho zigomático)	0.113	87	0.01
AMPM (ancho máximo de premaxilares)	0.088	87	> 0.09
AP (ancho parietal)	0.119	87	0.00
AC (ancho craneal)	0.068	87	> 0.20
LC (largo craneal)	0.294	87	0.00
LFPTP (largo fosa posttemporal promedio)	0.126	87	0.00
AFPTP (ancho fosa posttemporal promedio)	0.061	87	> 0.20

LOP (largo orbital promedio)	0.077	87	> 0.20
LPAOP (largo proceso anteorbital promedio)	0.044	87	> 0.20
ANI (ancho narinas internas)	0.077	87	> 0.20
LPP (largo pterygoideo promedio)	0.074	87	> 0.20
LLDUP (largo línea dientes arriba promedio)	0.060	87	> 0.20
LLDLP (largo línea dientes abajo promedio)	0.040	87	> 0.20
LMP (largo mandibular promedio)	0.065	87	> 0.20
AMPR (alto mandibular promedio)	0.045	87	> 0.20
LFMP (largo fosa mandibular promedio)	0.089	87	> 0.09
LBP (largo bulla promedio)	0.063	87	> 0.20
LPOP (largo perótico promedio)	0.101	87	0.03
EFP (exposición frontal promedio)	0.051	87	> 0.20

Tabla 4. Estadísticos básicos de cada una de las variables, en la última columna se expresa el % de asimetría.

	Media	Mediana	Varianza	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Rango	% de Asimetría
LCB	284.00	285.00	94.721	9.732	247.00	302.00	55.00	1.08
LR	136.32	137.00	40.337	6.351	120.00	153.00	33.00	1.22
ARB	65.29	65.64	8.124	2.850	54.79	71.62	16.83	1.85
ARML	48.21	48.21	7.611	2.759	39.03	52.77	13.74	0.00
APMB	37.59	37.74	4.002	2.000	31.06	42.14	11.08	0.43
APMML	23.28	23.23	3.467	1.862	19.09	28.18	9.09	0.02
APMTCL	28.95	29.66	32.557	5.706	16.97	43.19	26.22	1.89
ERONE	165.05	165.00	49.044	7.003	147.00	180.00	33.00	0.00
ERONI	160.94	161.00	56.148	7.493	144.00	178.00	34.00	0.00
APO	117.97	118.00	28.838	5.370	103.00	130.00	27.00	0.00
APTO	133.57	135.00	49.922	7.066	116.00	149.00	33.00	8.21
AEON	34.96	35.41	6.168	2.484	24.00	39.66	15.66	5.91
AZ	139.06	140.00	19.729	4.442	127.00	150.00	23.00	9.55

AMP	46.90	47.32	7.596	2.756	40.20	54.46	14.26	3.65
AP	135.57	135.00	12.829	3.582	126.00	142.00	16.00	4.13
AC	113.80	114.00	17.74	4.212	105.00	124.00	19.00	0.10
LC	131.40	111.00	1209.65	34.780	95.00	197.00	102.00	201.91
LFPTP	55.74	57.33	55.223	7.431	34.26	69.75	35.49	9.62
AFPTP	43.45	43.66	8.507	2.917	34.27	49.03	14.76	0.40
LOP	47.50	47.31	6.667	2.582	40.07	53.86	13.79	0.38
LPAOP	30.00	30.01	4.189	2.047	24.75	35.14	10.39	0.00
ANI	40.83	40.79	9.349	3.058	31.44	48.45	17.01	0.00
LPP	43.18	43.07	8.539	2.922	36.73	54.75	18.02	0.05
LLDUP	117.10	116.92	33.11	5.754	100.69	131.98	31.29	0.03
LLDLP	114.44	114.62	26.281	5.126	99.34	128.29	28.95	0.04
LMP	216.89	217.50	54.811	7.403	192.50	231.50	39.00	0.56
AMPR	51.73	51.65	5.666	2.380	43.54	56.99	13.45	0.03
LFMP	85.44	84.74	14.719	3.837	77.43	95.41	17.99	6.11
LBP	27.88	27.81	0.595	0.771	26.35	29.87	3.52	1.00
LPOP	26.34	26.23	0.685	0.828	24.77	28.78	4.01	2.91
EFP	10.50	10.50	6.475	2.545	5.10	17.50	12.40	0.00

Análisis sin homogeneizar por edades

El resultado de la prueba M de Box indica que no existen diferencias entre las matrices de covarianza poblacional ($p > 0.3$). El autovalor obtenido para la función canónica discriminante fue 2.2773, el cual resultó altamente significativo ($p < 3.13 \cdot 10^{-20}$). Para esta función se obtuvo también una alta correlación canónica (0.83), cuyo cuadrado representa el porcentaje de variación de la variable dependiente discriminada por las variables independientes en el análisis.

Los coeficientes estandarizados de la función discriminante canónica indican la importancia relativa de las variables independientes seleccionadas en la predicción de la variable dependiente (Tabla 5). En la Tabla 6 se presentan las funciones discriminantes canónicas no tipificadas evaluadas en las medias de los grupos, indicando la separación entre centróides. Las probabilidades a priori usadas en la clasificación se presentan en la Tabla 7, las cuales se comparan luego con las probabilidades a posteriori.

Tabla 5. Coeficientes estandarizados de la función discriminante canónica. La letra P en las tres últimas variables indica el promedio de los lados derecho e izquierdo

ARB (ancho basal del rostro)	0.308888508
APMTCL (ancho premaxilar a $\frac{3}{4}$ del largo del rostro)	0.415365167
ERONE (extremo del rostro a orificios nasales externos)	0.720957855
APTO (ancho postorbital)	-1.081199977
LFPTP (largo fosa posttemporal promedio)	1.082871557
AFPTP (ancho fosa posttemporal promedio)	-0.514980371
LPAOP (largo proceso anteorbital promedio)	0.656450369

Tabla 6. Funciones en los centroides de los grupos

ZONA	
Sur	-0.480289771
Centro	4.642801122

Tabla 7. Probabilidades previas para los grupos

ZONA	Previas	Casos utilizados en el análisis	
		No ponderados	Ponderados
Sur	0.90625	87	87
Centro	0.09375	9	9
Total	1	96	96

Dos grupos de coeficientes lineales no estandarizados, uno para cada zona, se utilizaron para clasificar los casos (Tabla 8). Los resultados de la clasificación original y

por validación cruzada se presentan en la Tabla 9. Se observa que en ambas situaciones se clasifica correctamente el 99% de los casos de la región sur y el 100% de aquellos de la zona centro.

Las distribuciones de las puntuaciones discriminantes para los casos, en cada zona se pueden observar en la Figura 6. Se ve el leve grado de solapamiento en la clasificación descrito anteriormente, a pesar que la distancia entre centroides parece ser importante.

Tabla 8. Funciones discriminantes lineales de Fisher

	ZONA	
	Sur	Centro
ARB (ancho basal del rostro)	4.07329852	4.645278026
APMTCL (ancho premaxilar a $\frac{3}{4}$ del largo del rostro)	0.719425622	1.106200435
ERONE (extremo del rostro a orificios nasales externos)	2.133697597	2.657839641
APTO (ancho postorbital)	0.767633774	-0.03875089
LFPTP (largo fosa posttemporal promedio)	0.396244157	1.171184174
AFPTP (ancho fosa posttemporal promedio)	0.841524307	-0.080739954
LPAOP (largo proceso anteorbital promedio)	4.224416143	5.874685798
(Constante)	-463.5240889	-558.8924306

Tabla 9. Resultados de la clasificación

		ZONA	Grupo de pertenencia pronosticado		Total
			Sur	Centro	
Original	Recuento%	Sur	86	1	87
		Centro	0	9	9
		Sur	98.85	1.15	100
		Centro	0	100	100
Validación cruzada	Recuento%	Sur	86	1	87
		Centro	0	9	9
		Sur	98.85	1.15	100
		Centro	0	100	100

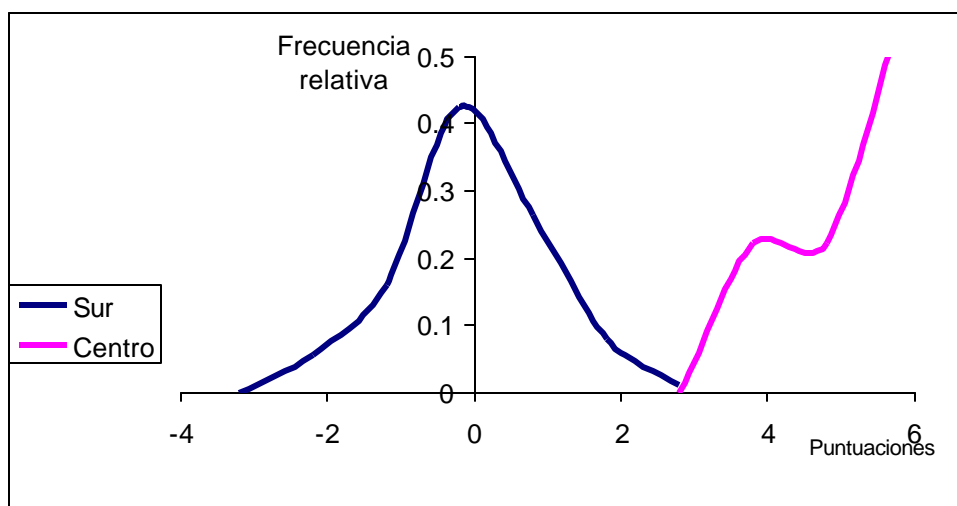


Figura 6. Distribución de las puntuaciones discriminantes para cada zona

Análisis con la muestra homogeneizada por edades

Teniendo en cuenta que se redujo el tamaño de la muestra se analizó nuevamente la normalidad de la distribución de las variables bajo estudio. Se verificó el cumplimiento de este supuesto en todas las variables ($p > 0.05$), con excepción del ancho de las narinas externas (AEON) y el largo de la fosa postemporal promedio (LFPTP); al igual que en el caso anterior se estudió el porcentaje de asimetría, verificándose el criterio planteado, por lo cual se incluyen en el análisis discriminante las mismas variables que en el caso sin homogeneizar por edades. La prueba M de Box indica que no existen diferencias entre las matrices de covarianza poblacional ($p > 0.73$). El autovalor obtenido, como en el caso anterior, para la función canónica discriminante resultó altamente significativo ($p < 9.25 \cdot 10^{-14}$). La correlación canónica obtenida fue, como en el caso anterior, alta (0.98); indicando que el 98% de la variación de la variable dependiente es discriminada por las variables independientes incluidas en la función discriminante.

Los coeficientes estandarizados de la función discriminante canónica se presentan en la Tabla 10. Se observa la evaluación, en las medias de los grupos, de la función discriminante no tipificada en la Tabla 11. En ésta se puede observar que la distancia entre centroides es mayor que en la muestra sin homogeneizar por edades. Las probabilidades a priori usadas en la clasificación se presentan en la Tabla 12.

Las funciones discriminantes lineales de Fisher para cada zona, que fueron usadas para clasificar los casos se presentan en la Tabla 13. Los resultados de la clasificación original y por validación cruzada (Tabla 14) indican que, en ambas situaciones se clasifica correctamente el 100% de los casos.

Tabla 10. Coeficientes estandarizados de la función discriminante canónica. La letra P en las tres últimas variables indica el promedio de los lados derecho e izquierdo

ARB (ancho basal del rostro)	1.15717464
ARML (ancho premaxilar en la base)	-0.88174378
APMTCL (ancho premaxilar a $\frac{3}{4}$ del largo del rostro)	0.94121534
APTO (ancho postorbital)	-2.2959917
AZ (ancho zigomático)	1.18665859
LFPTP (largo fosa postemporal promedio)	1.02884433
AFPTP (ancho fosa postemporal promedio)	-0.80547364
LMP (largo mandibular promedio)	0.81390615

Tabla 11. Funciones en los centroides de los grupos

ZONA	
Sur	-3.19180489
Centro	7.44754475

Tabla 12. Probabilidades previas para los grupos

ZONA	Previas	Casos utilizados en el análisis	
		No ponderados	Ponderados
Sur	0.7	21	21
Centro	0.3	9	9
Total	1	30	30

Las distribuciones de las puntuaciones discriminantes para los casos, en cada zona se observan en la Figura 7, quedando claramente determinada la capacidad discriminante en esta situación.

Tabla 13. Funciones discriminantes lineales de Fisher

	ZONA	
	Sur	Centro
ARB (ancho basal del rostro)	23.57122602	29.4157344
ARML (ancho premaxilar en la base)	-13.51692437	-17.5823564
APMTCL (ancho premaxilar a $\frac{3}{4}$ del largo del rostro)	2.877416382	5.09259193
APTO (ancho postorbital)	-5.970993015	-10.6017913
AZ (ancho zigomático)	6.832063063	10.0197076
LFPTP (largo fosa posttemporal promedio)	4.102923074	5.8932756
AFPTP (ancho fosa posttemporal promedio)	-1.009305466	-5.25502735
LMP (largo mandibular promedio)	10.66740818	12.4421904
(Constante)	-1814.671177	-2238.9253

Tabla 14. Resultados de la clasificación

		ZONA	Grupo de pertenencia pronosticado		Total
			Sur	Centro	
Original	Recuento %	Sur	21	0	21
		Centro	0	9	9
		Sur	100	0	100
		Centro	0	100	100
Validación cruzada	Recuento %	Sur	21	0	21
		Centro	0	9	9
		Sur	100	0	100
		Centro	0	100	100

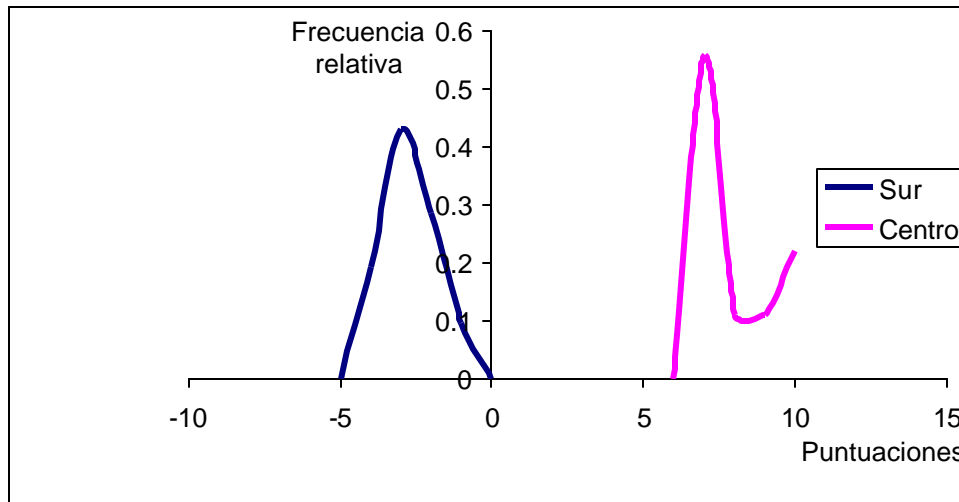


Figura 7. Distribución de las puntuaciones discriminantes para cada zona

Asimetría Fluctuante

La prueba de normalidad dió no significativa ($p > 0.5$) para las 12 variables del sur con excepción del largo de la línea de dientes de arriba derecha (LLDU) y el largo mandibular (LM). Como en el caso del análisis discriminante se verificó si había grandes desviaciones de la normalidad mediante el análisis de la simetría de la distribución, ambas variables cumplen con los supuestos por lo que se pueden incluir en el análisis. Las mismas pruebas se realizaron para la muestra proveniente del área centro, siendo el largo de la bulla (LB) la única variable que dió significativa para la prueba de Kolmogorov-Smirnov ($p < 0.05$). Se realizó un análisis de la asimetría de la distribución, con objeto de detectar si las desviaciones de la normalidad eran importantes, se observa que los valores son cercanos al 10 %, por lo cual se incluye la variable en el análisis.

La prueba “t” de Student permitió detectar la posible presencia de asimetría direccional sólo en la variable largo del proceso anteorbital (LPAO) ($p < 0.05$), en la muestra del centro. Mientras que en la muestra del sur las variables que presentarían esta asimetría son el largo de la fosa posttemporal (AFPT) y el largo orbital (LO) ($p < 0.05$).

A continuación se presentan los gráficos correspondientes a la distribución de la diferencia de cada una de las variables bajo estudio. En la Figura 8 a, se puede observar la presencia de AD (asimetría direccional) y AS (antisimetría), con un patrón semejante en ambas zonas, en lo que a la exposición frontal (EF) se refiere. En 8 b, ancho de la fosa posttemporal (AFPT) no se detecta el efecto de las AD y AS en ninguna de las áreas. En 8 c, largo de la fosa posttemporal (LFPT) se observa la presencia de AS en ambas áreas; la AD presenta un patrón distinto en ambas áreas, siendo su efecto más marcado en la muestra del sur. La variable largo orbital (LO) (Figura 8 d) está, en ambas zonas, afectada por AD, no se detecta la presencia de AS. La Figura 8 e, muestra el efecto de AD sobre la variable largo del proceso anteorbital (LPAO), en ambas zonas, detectándose la presencia de AS sólo en la zona sur. En la figura 8 f, se observa el efecto de la AD sobre la variable largo de la línea de dientes de arriba (LLDU), el efecto de AS no es claro sobre esta variable, en ninguna de las dos áreas. Las variables largo mandibular (LM) y ancho mandibular (AM) (Figura 8 h y 8 i, respectivamente) presentan claramente el efecto de AS, con patrón diferente en cada área de estudio; el efecto de AD es más marcado en la variable ancho mandibular (AM).

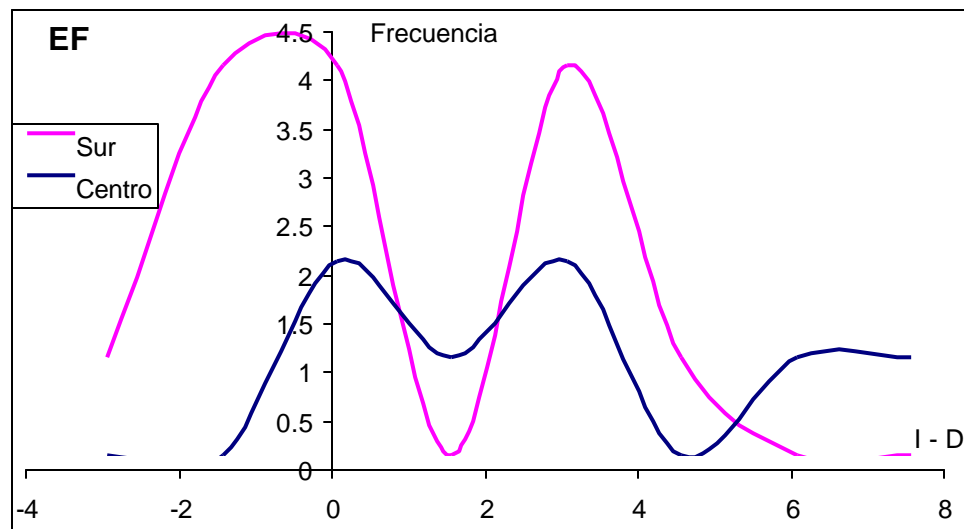


Figura 8 a. Distribución de la diferencia (I – D), con su signo, de la variable exposición frontal (EF) para ambas zonas

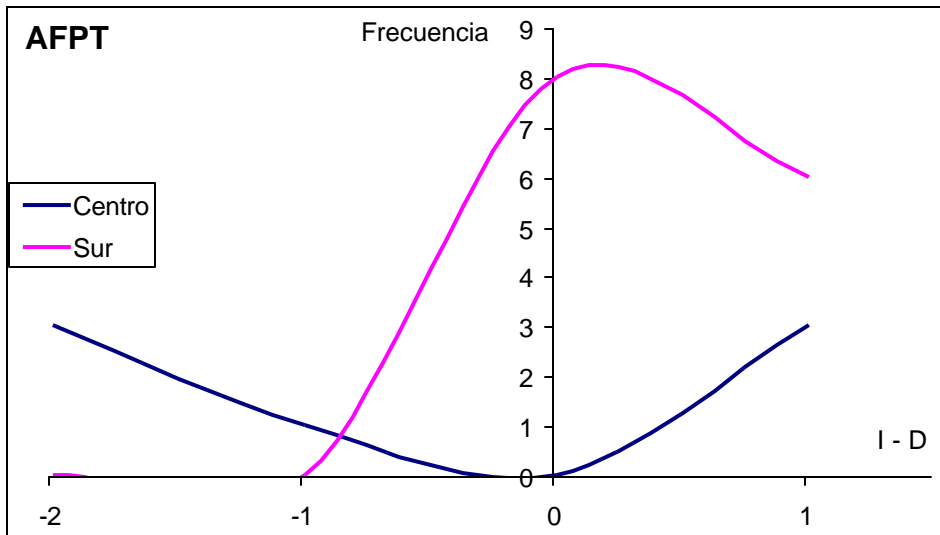


Figura 8 b. Distribución de la diferencia (I – D), con su signo, de la variable ancho de la fosa postemporal (AFPT) para ambas zonas

En la Figura 8 j se puede observar el efecto de ambos tipos de asimetría (AD y AS) sobre la variable largo de la fosa mandibular (LFM), el patrón de distribución es semejante en ambas áreas de estudio. El patrón de distribución de la variable largo de la bulla (LB) (Figura 8 k) muestra un desfase, con respecto a las áreas de estudio, en cuanto al efecto de la AS; el efecto de AD es semejante en ambas zonas. La variable largo periótico (LPO) no parece presentar efecto de la AS, pero si de AD, siendo más marcado su efecto en la muestra del centro.

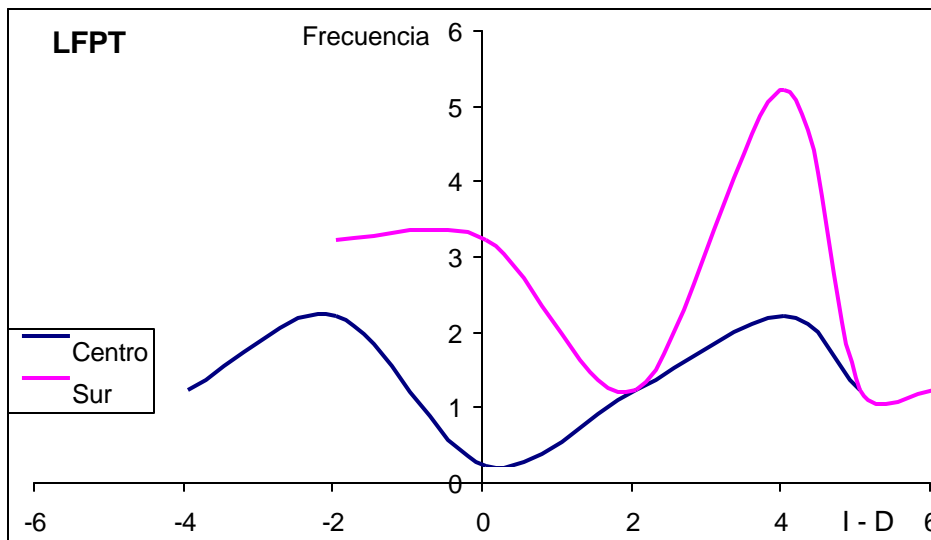


Figura 8 c. Distribución de la diferencia (I – D), con su signo, de la variable largo de la fosa postemporal (LFPT) para ambas zonas

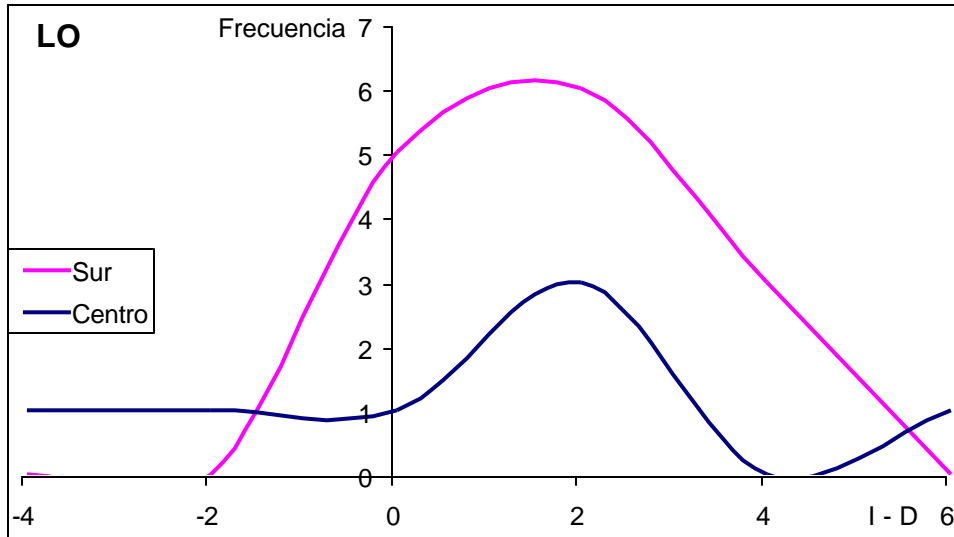


Figura 8 d. Distribución de la diferencia (I - D), con su signo, de la variable largo orbital (LO) para ambas zonas

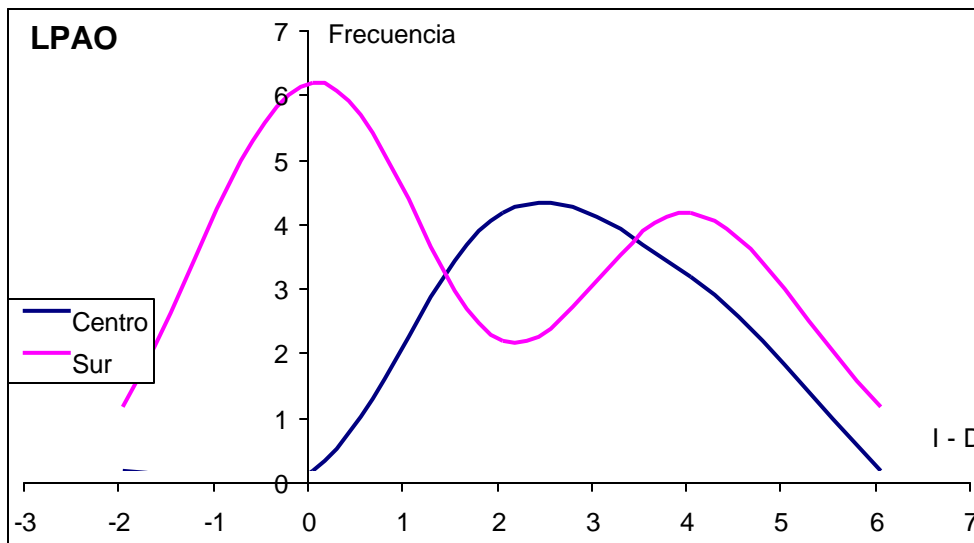


Figura 8 e. Distribución de la diferencia (I - D), con su signo, de la variable largo del proceso anteorbital (LPAO) para ambas zonas

La prueba T^2 de Hottelling lleva a rechazar la hipótesis de que los vectores de medias de ambas áreas son iguales ($p < 0.016$), por lo que hay diferencia en la forma que se expresan las asimetrías fluctuantes en las zonas. En la Figura 9, gráfico de Andrews, se puede observar la evidente diferencia entre los vectores de medias de ambas áreas. Esto indica una clara diferencia en la respuesta al estrés ambiental en el momento del desarrollo.

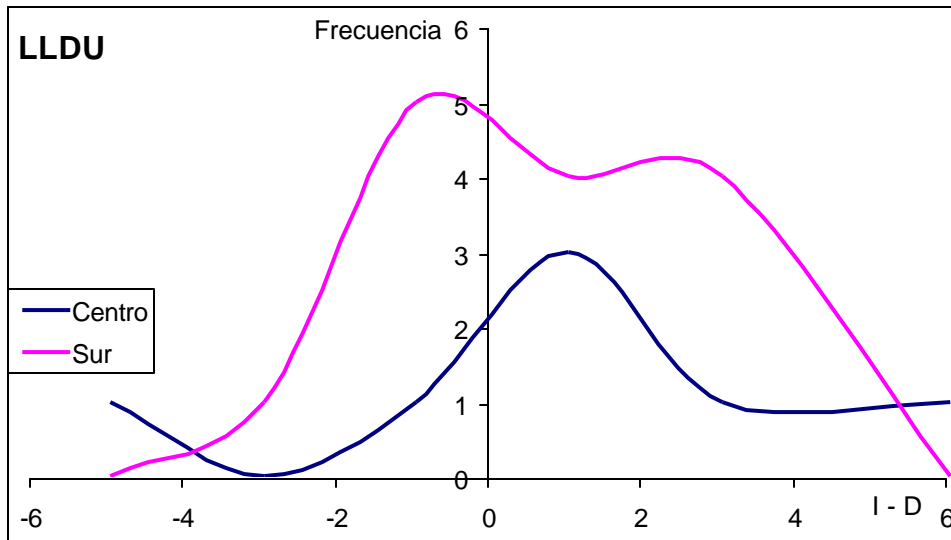


Figura 8 f. Distribución de a diferencia (I – D), con su signo, de la variable largo de la línea de dientes de arriba (LLDU) para ambas zonas

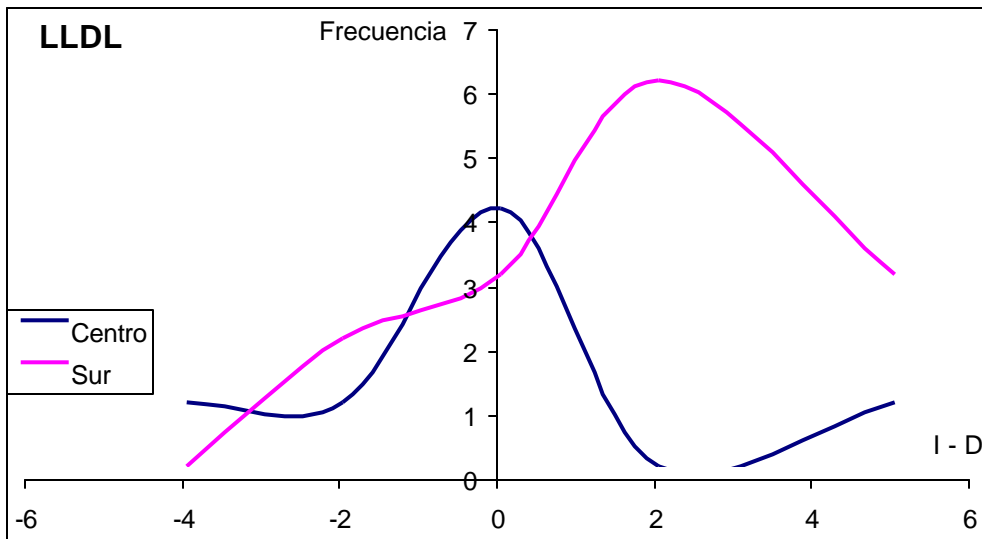


Figura 8 g. Distribución de la diferencia (I – D), con su signo, de la variable largo de la línea de dientes de abajo (LLDL) para ambas zonas

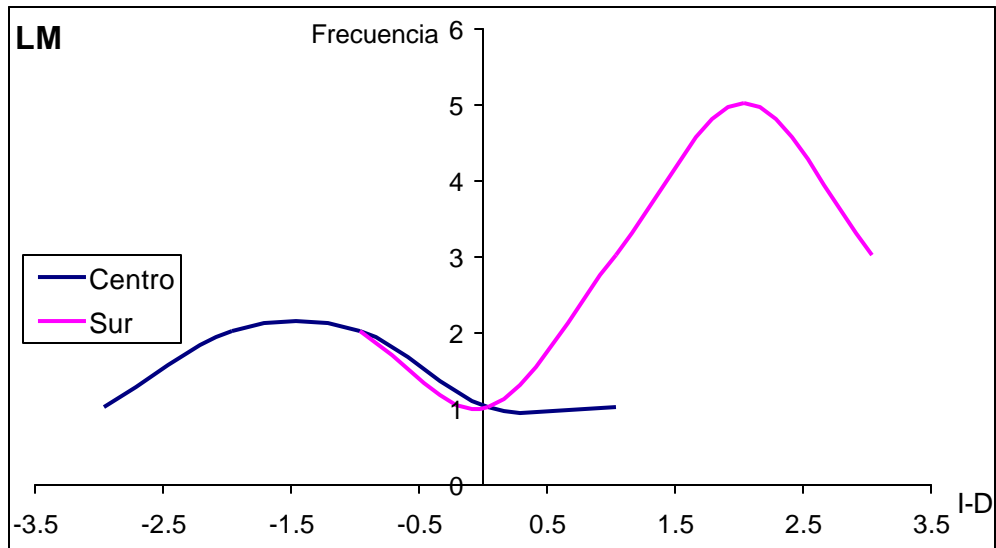


Figura 8 h. Distribución de la diferencia (I – D), con su signo, de la variable largo mandibular (LM) para ambas zonas

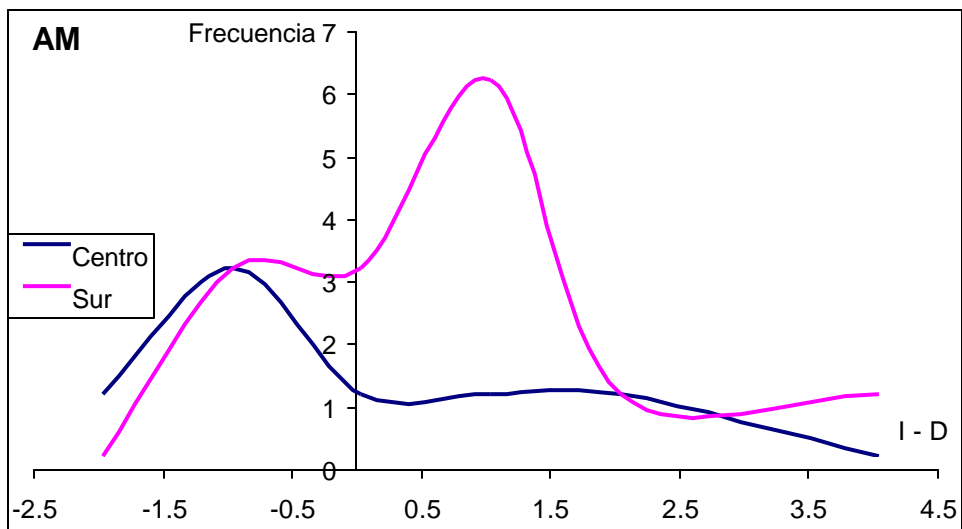


Figura 8 i. Distribución de la diferencia (I – D), con su signo, de la variable ancho mandibular (AM) para ambas zonas

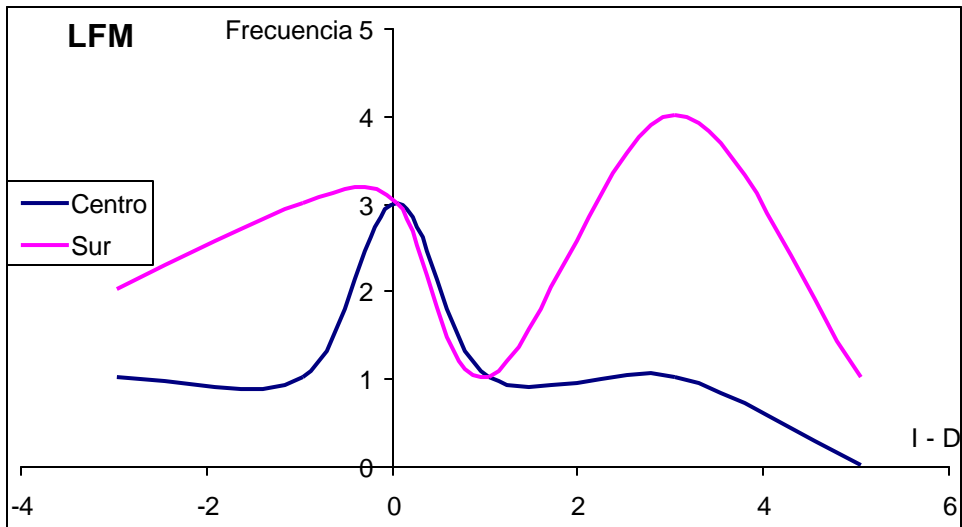


Figura 8 j. Distribución de la diferencia (I – D), con su signo, de la variable largo de la fosa mandibular (LFM) para ambas zonas

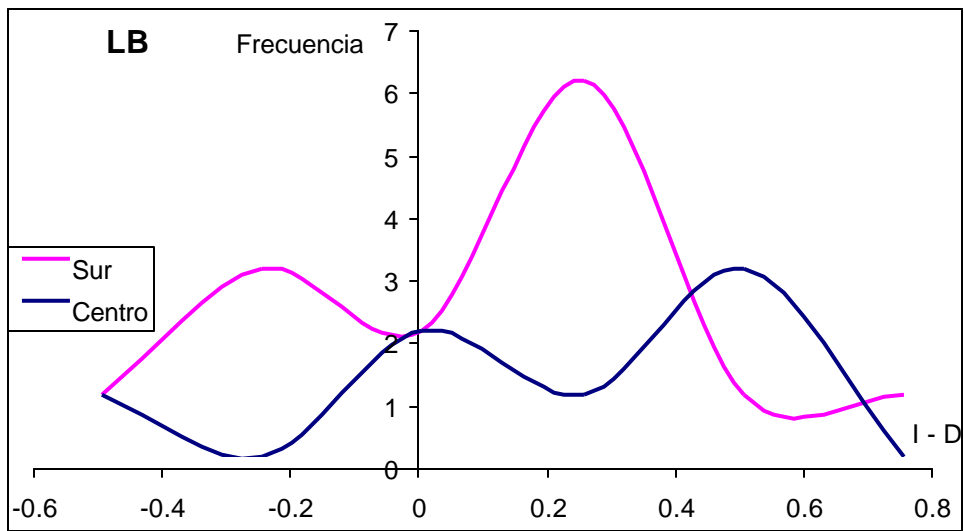


Figura 8 k. Distribución de la diferencia (I – D), con su signo, de la variable largo de la bulla (LB) para ambas zonas

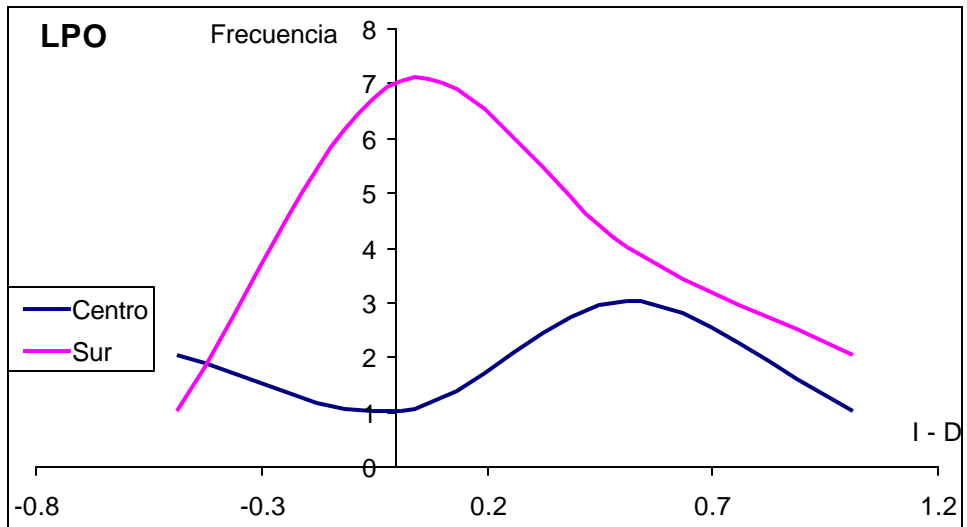


Figura 8 I. Distribución de la diferencia ($I - D$), con su signo, de la variable largo periódico (LPO) para ambas zonas

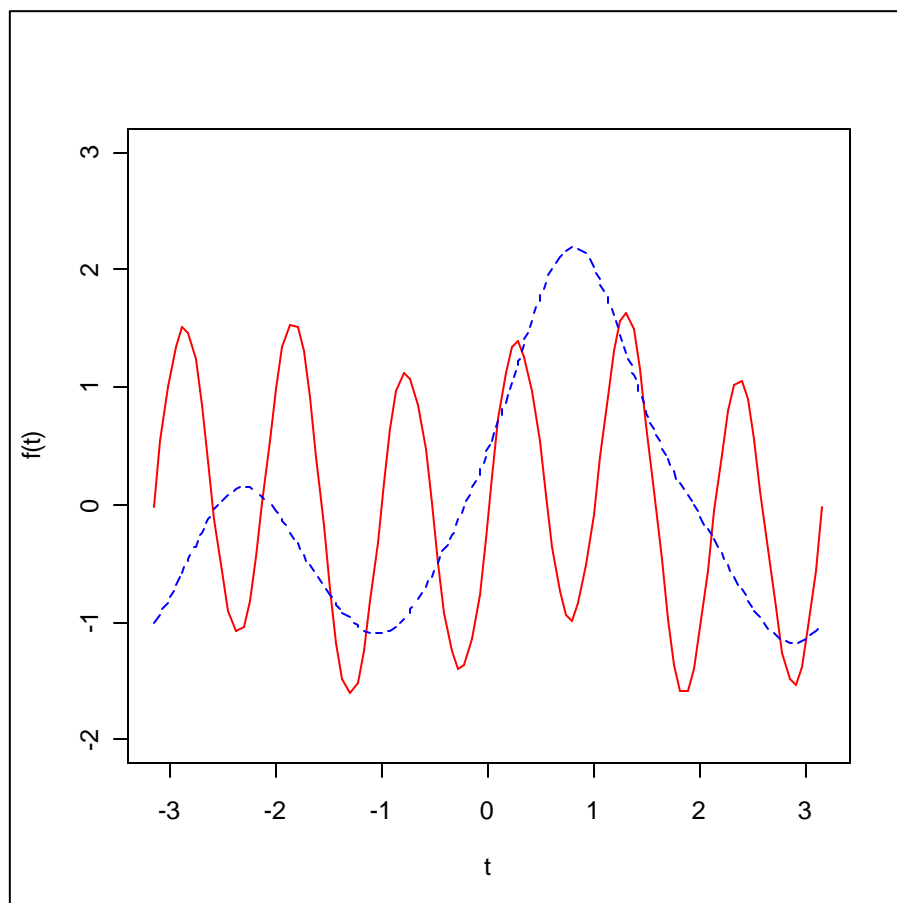


Figura 9. Gráfico de Andrews para AF. La línea punteada, azul, corresponde al área sur y la llena, roja, al área centro.

- ECOLOGÍA PARASITARIA

En las dos muestras analizadas se hallaron individuos de siete especies de parásitos. Los nematodos: *Anisakis* sp. (larvas), *Anisakis simplex* (adultos) y *Halocercus* sp.; los trematodes digeneos: *Braunina cordiformis*, *Pholeter gastrophilus* y *Hadwenius* sp.; y el Cestode: *Strobilocephalus triangularis*. En la Tabla 15, se pueden observar los índices parasitológicos calculados para cada una de las áreas. Se ve que en el grupo del Centro no se encontraron nematodos adultos del complejo de especies *Anisakis simplex*, así como tampoco cestodes de la especie *Strobilocephalus triangularis*, los que sí están presentes en la muestra proveniente del Sur (Figuras 10 y 11). Por otro lado en esta última zona no se encontraron individuos infectados por los trematodes *Braunina cordiformis* y *Pholeter gastrophilus* (Figuras 10 y 11). En cuanto a las larvas del nematode *Anisakis* sp (*simplex*?) Si bien las prevalencias (P) son altas en ambas áreas, se ve que los valores de abundancia media (AM) son significativamente diferentes ($p < 0.003$) al igual que las intensidades medias (IM) ($p < 0.005$). También se encontraron diferencias significativas en cuanto a la abundancia del trematode, perteneciente a la familia Campulidae, *Hadwenius* sp. ($p < 0.03$), aunque no con respecto a la intensidad en ambas áreas.

Tabla 15. Índices parasitológicos calculados para las zonas Centro y Sur con muestra sur sin homogeneizar por edad con la muestra del centro

Centro ($n_c = 9$)	<i>Anisakis</i> sp. (larvas)	<i>Anisakis simplex</i> (adultos)	<i>Braunina</i> <i>cordiformis</i>	<i>Pholeter</i> <i>gastrophilus</i>	<i>Hadwenius</i> sp.	<i>Strobilocephalus</i> <i>triangularis</i>	<i>Halocercus</i> sp.
Nº de hosp.	189	0	30	22	26	0	2
P	100	0	55.56	66.67	55.56	0	22.22
IM ± DE	21 ± 15.78		6 ± 5.96	3.67 ± 2.07	5.20 ± 7.36		1.00
Var(IM)	249		35.5	4.27	54.20		0
R I	1 - 48		1 - 16	2 - 7	1 - 18		1
AM ± DE	21 ± 15.78		3.33 ± 5.47	2.44 ± 2.07	2.89 ± 6.52		0.22 ± 0.46
R(AM)	1 - 48		0 - 16	0 - 7	0 - 18		0 - 1
Sur ($n_s = 22$)							
Nº de hosp.	89	30	0	0	21	2	11
P	86.96	4.35	0	0	13.04	4.35	47.83
IM ± DE	4.45 ± 6.50	30.00			7.00 ± 8.66	2.00	1.00

Var(IM)	42.26				75.00		0
RI	1 -30	30			2 - 17	2	1
AM ± DE	4.05 ± 6.32	1.36 ± 6.40			0.95 ± 3.63	0.09	0.50 ± 0.51
R(AM)	0 - 30	0 - 30			0 - 17	0 -2	0 -1

De acuerdo a los valores de P_i , en el área centro, se clasificaron como parásitos componentes ($P_i > 10$) (Bush *et al.* 1990) a cinco especies (*Anisakis* sp. (larvas), *Halocercus* sp., *Braunina cordiformis*, *Pholeter gastrophilus* y *Hadwenius* sp.). Mientras que en el área sur, sólo se clasificaron como parásitos componentes a tres especies (*Anisakis* sp. (larvas), *Halocercus* sp. y *Hadwenius* sp.). Sólo *Anisakis* sp. (larvas) presentó prevalencias superiores a 85, en ambas zonas. *Anisakis simplex* (adultos) y *Strobilocephalus triangularis*, en la zona sur, presentaron prevalencias menores a 10, por lo que se clasificaron como especies raras.

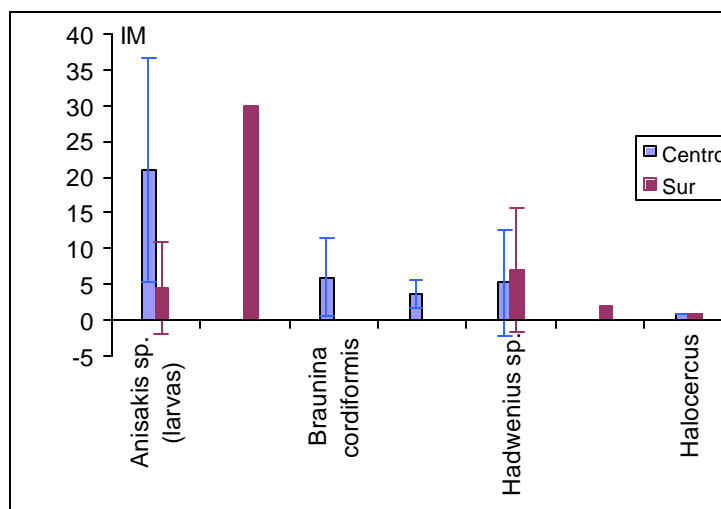


Figura 10. IM con sus respectivas desviaciones estándar para cada área

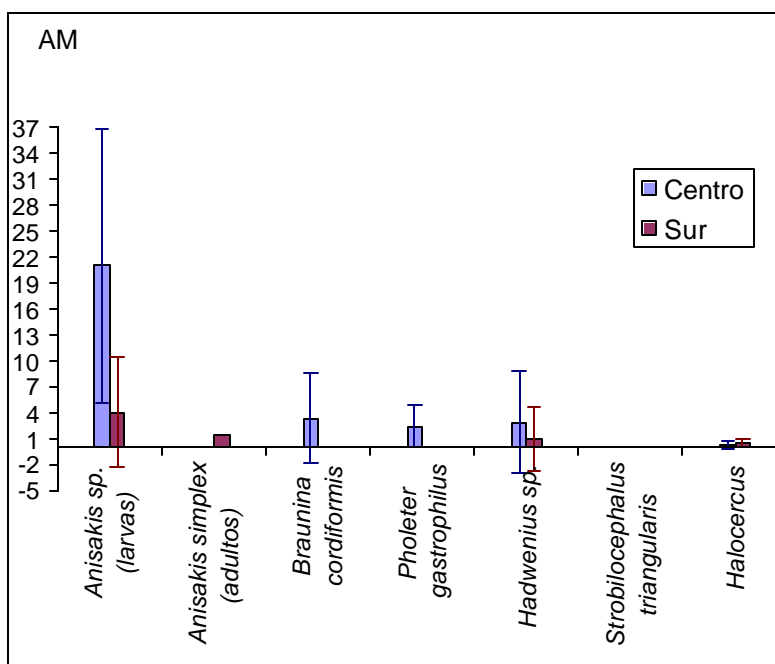


Figura 11. AM con sus respectivas desviaciones estándar para cada área

En la zona centro el 100% de los individuos analizados estaban infectados, mientras que en la zona sur el 95.45% presentó algún tipo de infección. Si se consideran sólo los parásitos gastrointestinales estos porcentajes cambian sólo para la zona sur, donde el 90% de los individuos estaba infectado. *Anisakis simplex* sólo fue encontrado en un ejemplar macho, de 10 años, en la zona sur; este ejemplar no presentaba infecciones con otros parásitos gastrointestinales.

Tabla 16. Índices parasitológicos calculados para las zonas Centro y Sur, con muestra sur homogeneizada por edad con la muestra del centro

Centro (n _c = 9)	<i>Anisakis sp.</i> (larvas)	<i>Anisakis simplex</i> (adultos)	<i>Braunina cordiformis</i>	<i>Pholeter gastrophilus</i>	<i>Hadwenius sp.</i>	<i>Strobilocephalus triangularis</i>	<i>Halocercus sp.</i>
Nº de hosp.	189	0	30	22	26	0	2
P	100	0	55.56	66.67	55.56	0	22.22
IM ± DE	21 ± 15.78		6 ± 5.96	3.67 ± 2.07	5.20 ± 7.36		1.00
Var(IM)	249		35.5	4.27	54.20		0
R I	1 - 48		1 - 16	2 - 7	1 - 18		1
AM ± DE	21 ± 15.78		3.33 ± 5.47	2.44 ± 2.07	2.89 ± 6.52		0.22 ± 0.46
R(AM)	1 - 48		0 - 16	0 - 7	0 - 18		0 - 1
Sur (n _s = 10)							

Nº de hosp.	51	30	0	0	21	2	6
P	90	10	0	0	20	10	60
IM ± DE	6.33 ± 9.30	30			9.5 ± 10.61	2	1
Var(IM)	86.5				112.5		0
RI	1 - 30	30			2 - 17	2	1
AM ± DE	5.7 ± 8.99	3 ± 9.49	0	0	1.9 ± 5.34	0.2 ± 0.63	0.6 ± 0.52
R(AM)	0 - 30	0 - 30	0	0	0 - 17	0 - 2	0 - 1

La tabla 16 muestra los valores de los índice parasitológicos, para ambas zonas, cuando la muestra del sur se homogeniza con respecto a las edades, esto es, sólo se incluyen, en los cálculos, los individuos en el intervalo de edades [3, 14] años. En este caso de acuerdo al valor de P las cinco especies presentes en la zona sur se clasifican como componentes. El 100% de los individuos de la zona sur se encuentran infectados al igual que la zona centro. Si se consideran sólo los parásitos gastrointestinales, el 90% de los individuos del área sur presenta infección, esto se debe a que la muestra incluye un individuo macho, de 9 años de edad, que sólo presentó infección por *Halocercus sp.* De las especies compartidas, sólo se encontraron diferencias significativas en *Anisakis sp* (larvas) en la AM ($p < 0.02$) al igual que en IM ($p < 0.035$).

Tabla 17. Valores de diversidad para ambas zona. [H': índice de Shannon. n: número de parásitos en la comunidad componente. S: riqueza de especies. E: equitabilidad]

	Centro	Sur	Sur homogeneizado por edad
H' (nits/ind.)	0.923	0.961	1.107
n	267	137	104
Var(H')	0.0030	0.0038	0.0028
S	4	4	4
E	0.666	0.693	0.799

Los valores del índice de Shannon (H') (Tabla 17) indican que las diversidades son bajas; lo mismo se observa en los valores calculados para el sur cuando la muestra se homogeneiza por edades. La riqueza de especies (S) es la misma en ambas zonas. La equitabilidad es levemente superior en la zona sur. Se encuentra que existen diferencias significativas en la diversidad de ambas zonas ($p < 0.04$) tanto cuando se trabaja con la muestra del sur completa, como cuando se trabaja con la muestra

homogeneizada por edad.

La disposición espacial a lo largo del intestino, sólo pudo ser analizada para la especie *Hadwenius sp.* Este análisis se realizó para cada área por separado y tomando en conjunto los hospedadores de ambas zonas. En la figura 12 se puede observar un patrón de distribución agregado, con una preferencia por las porciones de intestino correspondientes a la primera mitad. Los valores de I y la prueba de bondad de ajuste asociada a este índice determinan que la distribución es agregada (Tabla 18). Lo mismo se observa con los valores de I_p . La prueba indica en todos los casos que la distribución binomial negativa es adecuada para describir este patrón agregado (U_C^5 es 0.4 veces su ES; U_S es 0.3 veces su ES y U_{C+S} es 0.2 veces su ES). Se observa que los valores del parámetro k indican, en todos los casos, un patrón de distribución muy agregado; siendo el del área sur el que presenta el menor valor de k y en consecuencia un patrón más agregado que en el área centro.

Tabla 18. Índices de dispersión, parámetro k de la distribución binomial negativa y pruebas de bondad de ajuste para el análisis de la distribución espacial de *Hadwenius sp.* en el intestino de toninas overas en el Atlántico sudoccidental. [$\bar{X}(S^2)$: media y varianza de la muestra, I : índice de dispersión, I_p : índice estandarizado de Morisita]

	$\bar{X}(S^2)$	I	I_p	Distribución Binomial Negativa
Centro	0.8 (3.89)	4.86	0.5733	$k = 0.14088$
		$c^2 = 141$		$c^2 = 9.672$
		gl = 29		gl = 8
		$p < 0.00001$		$p > 0.05$
				$U = -1.453$
				$ES(U) = 3.2678$
Sur	0.567 (4.32)	7.63	0.6962	$k = 0.062377$
		$c^2 = 221$		$c^2 = 18.349$
		gl = 29		gl = 10

⁵ U_C : estadístico U área centro; U_S : estadístico U área sur; U_{C+S} : estadístico áreas centro y sur analizadas conjuntamente.

		$p < 0.00001$		$p > 0.05$
				$U = -1.395$
				$ES(U) = 5.1990$
Centro + Sur	1.37 (14)	10.2	0.6096	$k = 0.12703$
		$c^2 = 296$		$c^2 = 27.915$
		$gl = 29$		$gl = 20$
		$p < 0.00001$		$p > 0.05$
				$U = -2.145$
				$ES(U) = 10.8682$

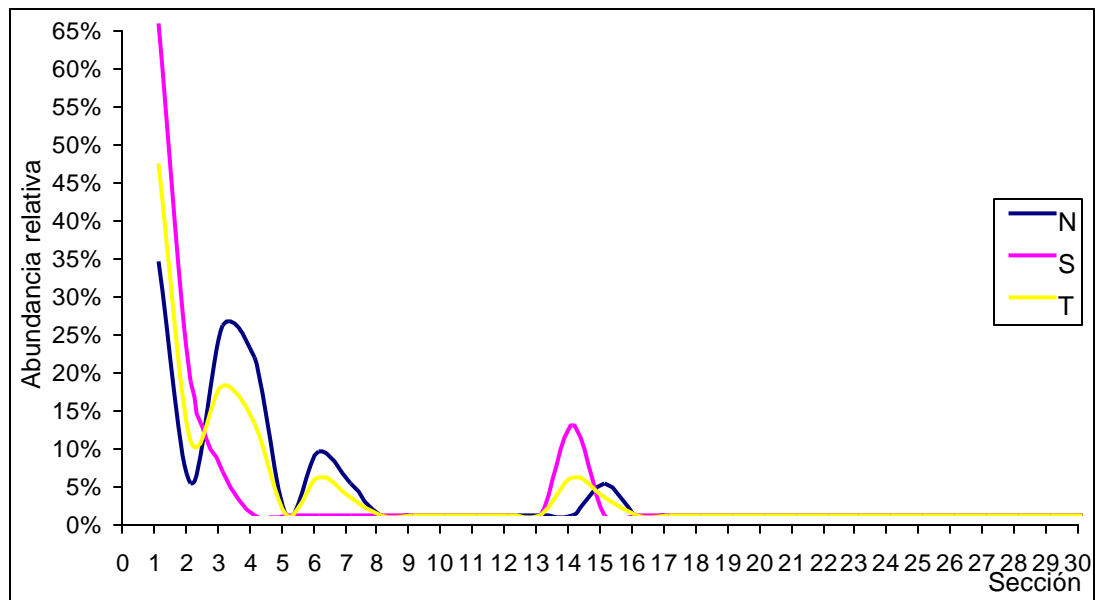


Figura 12. Abundancia relativa (%) del digeneo *Hadwenius sp.* a lo largo del intestino, en ambas áreas (centro y sur) y considerando toda la muestra como proveniente un único intestino (T)

- ECOLOGÍA TRÓFICA

De la zona centro de Patagonia Koen Alonso analizó 9 ejemplares, donde encontró 9 especies presa: 4 de peces, 3 de moluscos y 2 de crustáceos (Tabla 19). En el análisis realizado concluye que sólo la merluza y el calamar común (*Illex argentinus*) alcanzan valores de IRI% mayores al 1%; la presa dominante es la merluza con un valor de IRI% de 85.94. Las dos presas más importantes representan el 96.76 % en

número, el 92.95% en peso y acumulan el 98.27% del IRI%. En la zona sur sobre 35 ejemplares, se encontraron 11 especies presa: 7 de peces, 1 de moluscos, 2 de crustáceos y 1 de anélidos (Tabla 22). Tres especies presa alcanzaron valores de IRI% superiores al 1%, la sardina fueguina (*Sprattus fuegensis*) con un IRI% igual a 93.51, la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) con un valor de IRI% de 4.33 y el calamar patagónico (*Loligo gahi*) con un IRI% de 1.10%. En este caso las presas más importantes representan el 95.90% en número, el 97.64 en peso y acumularon el 98.95% del IRI%.

Tabla 19. Importancia de las presas de la tonina overa, Patagonia Centro. n: número total de presas, N%: porcentaje en número, PH%: porcentaje en peso, FO%: frecuencia de ocurrencia porcentual, IRI%: índice de importancia relativa porcentual (IRI%). (Extraída de Koen Alonso, 1999)

Especies presa	n	N%	PH%	FO%	IRI%
Peces					
<i>Merluccius hubbsi</i>	3265	90.19	75.73	100.00	85.94
<i>Patagonotothen ramsayi</i>	5	0.14	3.30	11.11	0.20
<i>Stromateus brasiliensis</i>	1	0.03	1.53	11.11	0.09
<i>Engraulis anchoita</i>	7	0.19	0.45	11.11	0.04
Moluscos					
<i>Illex argentinus</i>	239	6.60	17.22	100.00	12.34
<i>Loligo gahi</i>	32	0.88	1.11	88.89	0.92
<i>Semirossia tenera</i>	12	0.33	0.43	44.44	0.17
Crustáceos					
Eufásidos	57	1.57	0.08	33.33	0.29
<i>Pleoticus muelleri</i>	2	0.06	0.14	22.22	0.02
Totales	3620	100.00	100.00		100.00

Tabla 20. Importancia de los grupos zoológicos presa de la tonina overa, Patagonia Centro. n: número total de presas, N%: porcentaje en número, PH%: porcentaje en peso, FO%: frecuencia de ocurrencia porcentual, IRI%: índice de importancia relativa porcentual (IRI%). (Extraída de Koen Alonso, 1999)

Grupo zoológico	n	N%	PH%	FO%	IRI%
Peces	3278	90.55	81.01	100.00	86.23
Moluscos	283	7.82	18.76	100.00	13.36
Crustáceos	59	1.63	0.23	44.44	0.41
Totales	3620	100.00	100.00		100.00

Tabla 21. Importancia de los grupos ecológicos de las presas de la tonina overa, Patagonia Centro. n: número total de presas, N%: porcentaje en número, PH%: porcentaje en peso, FO%: frecuencia de ocurrencia porcentual, IRI%: índice de importancia relativa porcentual (IRI%). (Modificada de Koen Alonso, 1999)

Grupo Ecológico	n	N%	PH%	FO%	IRI%
Demersal bentónico	7	0.19	3.45	33.33	0.62
Demersal pelágico	284	7.85	20.16	100.00	14.17
Pelágico	3329	91.96	76.39	100.00	85.21
Totales	3620	100.00	100.00		100.00

Tabla 22. Importancia de las presas de la tonina overa, Patagonia Sur. n: número total de presas, N%: porcentaje en número, PH%: porcentaje en peso, FO%: frecuencia de ocurrencia porcentual, IRI%: índice de importancia relativa porcentual (IRI%).

Especies presa	n	N%	PH%	FO%	IRI%
Peces					
<i>Sprattus fuegensis</i>	1389	94.81	88.50	94.29	93.51
<i>Macruronus magellanicus</i>	4	0.27	8.38	5.71	4.33
<i>Patagonotothen sp.</i>	3	0.20	0.66	8.57	0.53
<i>Patagonotothen tessellata</i>	4	0.27	1.35	2.86	0.36
<i>Odonthestes nigricans</i>	3	0.20	0.35	2.86	0.10
<i>Mixine sp.</i>	2	0.14		2.86	
Pez no identificado	6	0.41		8.57	
Moluscos					
<i>Loligo gahi</i>	12	0.82	0.76	14.29	1.10

Crustáceos					
Eufásidos	38	2.59	0.00	2.86	0.08
Crustáceo no identificado	3	0.20		8.57	
Anélidos					
Poliqueto errante	1	0.07		2.86	
Totales	1465	100	100		100

Tabla 23. Importancia de los grupos zoológicos presa de la tonina overa, Patagonia Sur. n: número total de presas, N%: porcentaje en número, PH%: porcentaje en peso, FO%: frecuencia de ocurrencia porcentual, IRI%: índice de importancia relativa porcentual (IRI%).

Grupo zoológico	n	N%	PH%	FO%	IRI%
Peces	1411	96.31	99.19	100.00	99.72
Moluscos	12	0.82	0.76	14.29	0.11
Crustáceos	41	2.80	0.05	11.43	0.17
Anélidos	1	0.07		2.80	
Totales	1465	100	100		100

Tabla 24. Importancia de los grupos ecológicos de las presas de la tonina overa, Patagonia Sur. n: número total de presas, N%: porcentaje en número, PH%: porcentaje en peso, FO%: frecuencia de ocurrencia porcentual, IRI%: índice de importancia relativa porcentual (IRI%).

Grupo Ecológico	n	N%	PH%	FO%	IRI%
Bentónico	3	0.20		11.43	
Demersal bentónico	7	0.48	2.01	11.43	0.16
Demersal pelágico	16	1.09	9.14	17.14	0.96
Pelágico	1430	97.61	88.85	97.14	98.89
No asignado	9	0.61		17.14	
Totales	1465	99.385666	100		100

Desde el punto de vista de los grupos zoológicos presa, los peces fueron los más importantes, en ambas zonas de estudio (Tablas 20 y 23), con un IRI% de 86.23% para

el centro y de 99.72% para el sur; seguidos por los moluscos, en el centro, con un IRI% de 13.36%. En la zona sur no se encontró un segundo grupo en importancia, desde el punto de vista de los grupos zoológicos.

Teniendo en cuenta los grupos ecológicos, se determinó que las presas pelágicas son las importantes, en la zona centro, con un IRI% de 85.21, seguidas en importancia por las presas demersal pelágicas, IRI% de 14.17% (Tabla 21). En la zona sur las únicas presas importantes fueron las pelágicas con un IRI% de 98.89% (Tabla 24). En la zona sur se encontraron presas bentónicas en los estómagos; aunque no se pudo calcular el IRI% por falta de material de referencia.

Koen Alonso (1999) halló que la merluza consumida por la tonina overa presentó un rango de tallas de 5.20 – 15.04 cm de largo total, sin embargo la moda de la distribución de tallas de los especímenes consumidos se ubicó entre los 7 y 8 cm de largo total. Estas tallas corresponden a juveniles primarios de merluza (Angelescu y Prenski, 1987), los cuales presentan hábitos exclusivamente pelágicos, por lo cual la merluza fue clasificada como especie pelágica en la Tabla 21, correspondiente a los grupos ecológicos. De acuerdo a lo hallado por Koen Alonso (1999), las tallas de los calamares, común y patagónico, consumidas por la tonina overa se corresponden con estadios juveniles de hábitos pelágicos (Brunetti *et al.*, 1998), por lo cual estas especies también fueron clasificadas como pelágicas (Tabla 21).

Con respecto a la diversidad de la dieta, los resultados obtenidos de los índices de Margalef y Menhinick se presentan en la Tabla 25. En ambos casos se observa que la mayor riqueza corresponde a la zona sur.

Tabla 25. Índices de Margalef (D_{Mg}) y de Menhinick (D_{Mn}).

	Centro	Sur
D_{Mg}	0.97629682	1.3718154
D_{Mn}	0.14958506	0.28739147

DISCUSIÓN

Los resultados de ambos análisis discriminates (Figuras 6 y 7; Tablas 9 y 11) hacen suponer que los dos grupos están aislados genéticamente. A pesar de no contar con una muestra problema, que permita evaluar la habilidad de las funciones discriminates para clasificar en los dos grupos, los resultados obtenidos son promisorios ya que la clasificación a posteriori obtenida es mejor que las obtenidas por otros autores en otras especies, como es el caso de Börjesson y Berggren (1997) quienes trabajaron con *Phocoena phocoena* y obtuvieron clasificaciones a posteriori en el orden del 71% al 55%; por otro lado Gao y Gaskin (1996) obtuvieron, para la misma especie, clasificaciones a posteriori del orden del 65%; mientras que Perrin y colaboradores (1989) obtuvieron para *Delphinus delphis*, que el 97.8% de los individuos eran correctamente clasificados. La correspondencia entre las diferencias biométricas y la separación geográfica se podría interpretar en términos de genética de poblaciones. Teóricamente la diferenciación genética dentro de una población podría incrementarse con la distancia geográfica y otros factores de aislamiento. Por lo cual la magnitud de las diferencias biométricas entre los dos grupos podría tomarse como un indicador de diferencias genéticas, lo que lleva a suponer que se está en presencia de dos stocks biológicos.

Sin embargo la interpretación genética sobre las diferencias encontradas no es la única posible. Los especímenes estudiados representan fenotipos y han estado sometidos a una variedad de condiciones ambientales. De hecho las condiciones ambientales varían a lo largo del área de distribución, lo cual está bien marcado por la variación en la temperatura superficial del agua, de aproximadamente 10 °C en el verano para la región (Guerrero y Piola, 1997). También se observa una variación en la distribución de las posibles presas como ya se ha mencionado en el capítulo 1 del presente trabajo. En esta situación se estaría frente a un caso de stocks ecológicos.

Se ha postulado la existencia de dos procesos independientes de desarrollo postnatal del cráneo de los mamíferos (Jolicoeur, 1959), por un lado la expansión de la caja craneal y por otro la elongación del rostro y de la base del cráneo. Quizás las diferencias observadas sean el resultado de alteraciones en el equilibrio entre estos

procesos de crecimiento inducidos por el ambiente. Si se observan las variables que determinan las ecuaciones discriminantes (Tablas 5 y 10) se puede ver que en ambos análisis, ellas están asociadas principalmente con la forma del rostro, en particular con medidas relativas al ancho de éste. Se observa que los cráneos del centro son más robustos que los del sur.

Teniendo en cuenta que los delfines presentan una AD en su cráneo, la discusión sobre las asimetrías craneales con base genética se basa sólo en las antisimetrías (AS). El análisis de los distintos tipos de asimetría, determina posibles diferencias genéticas debido a distintos patrones en la presencia de AS. La variable largo del proceso anteorbital (LPAO) presenta AS sólo en la zona sur (Figura 8e), la ausencia de esta asimetría en la zona centro se puede deber al tamaño de la muestra más que una diferencia genética. En el caso de que existan diferencias genéticas, éstas implican un aislamiento marcado entre ambos grupos. Las variables largo mandibular (LM) y ancho mandibular (AM) presentan una marcada diferencia, en ambas zonas, con respecto a la distribución de las AS (Figuras 8h y 8i), estas diferencias, si se deben a diferencias genéticas, están señalando la presencia de dos stocks biológicos. La variable largo de la bulla (LB) presenta en la distribución de la AS un patrón semejante pero con desfase, este es el único caso en que la explicación más probable para las diferencias halladas sea el tamaño muestral.

El análisis de AF, apoya la evidencia señalada por las diferencias encontradas en AS. Si bien las AF no tienen una base genética, son la expresión de la interacción con el ambiente durante el desarrollo ontogenético. Las diferencias encontradas indican que el nivel de estrés durante el desarrollo es distinto en ambas áreas, lo cual indica que distintos factores ambientales están actuando sobre ambos grupos. Por otro lado la población del sur, estuvo sometida a un proceso de explotación que no sufrió la población del centro. De acuerdo a los resultados obtenidos se estaría en presencia de al menos dos stocks ecológicos.

En cuanto a los parásitos se puede observar que la helmintofauna de las toninas overas de ambas áreas es pobre, en lo que a riqueza se refiere, representada por pocas especies. En cuanto al nematode *Anisakis sp (simplex?)* a pesar de que los

valores de prevalencia (P) no difieren significativamente entre ambas áreas, las diferencias entre la abundancia media (AM) y la intensidad media (IM) son altamente significativas alcanzando valores mayores en el grupo del centro. Sin embargo sólo se encontraron *Anisakis simplex* adultos en un ejemplar del sur. Esta ausencia de individuos adultos se podría explicar por una falta de especificidad entre el huésped y el hospedador, la cual disminuiría la probabilidad de completar el ciclo exitosamente. Si se comparan estos resultados con los hallados en el delfín oscuro en el centro de Patagonia (Dans *et al.*, 1999) se ve que en esta última especie se encontraron adultos de *Anisakis simplex* en el 86.45% de los individuos, con valores de AM e IM muy altos, probablemente esta especie presente características que favorecen el desarrollo de las larvas 3 a adultos, permitiendo completar el ciclo de vida exitosamente. Las diferencias en AM y IM encontradas, para ambas zonas en la tonina overa, se podrían explicar por diferencias en la parasitofauna asociada a las especies presa.

Braunina cordiformis fue hallada sólo en el grupo del centro, ya había sido citada para la especie por McKenzie y Blair (1983) como hallada en ejemplares provenientes de Tierra del Fuego. También fue encontrada por estos autores en ejemplares de *Cephalorhynchus hectori*. Dans y colaboradores (1999) encuentran este digeneo en delfines oscuros capturados incidentalmente en el Centro de Patagonia. Por lo cual si bien no se lo halló en ejemplares provenientes de la zona sur, probablemente esto se deba a un efecto del tamaño de la muestra y no a la ausencia del parásito en el extremo sur de Patagonia, por lo tanto esta especie no podría ser usada como indicador de stocks ecológicos.

Pholeter gastrophilus sólo se encontró en la muestra proveniente del Centro, aunque se la ha encontrado en el Atlántico sudoccidental en otras especies de cetáceos, *Pontoporia blainvillei* (Aznar *et al.*, 1994) y en *Lagenorhynchus obscurus* (Dans *et al.*, 1999). En la tonina overa esta especie tiene valores de P medios, pero bajos valores de IM y AM, mientras que en las otras dos especies se observaron valores de P y AM bajos, por lo que se la consideró una especie rara. De acuerdo a los resultados obtenidos es posible proponer a esta especie de parásito como un probable marcador biológico de las toninas del centro.

El digeneo *Hadwenius* sp es, al igual que *Anisakis* sp, una especie común a ambas zonas de estudio. Dans *et al.* (1999) citan para el delfín oscuro también este género, probablemente se trate de la misma especie. Raga (1994) describió la única especie de este género para el Atlántico Sudoccidental en *Pontoporia blainvillei*. Se encontraron diferencias entre ambas zonas en lo que al patrón de agregación en el intestino se refiere. Si bien en ambos casos prefiere la primera porción del intestino, los individuos del área centro presentan un patrón más agregado que los de la zona sur. Junto con esto las diferencias en abundancia entre ambas zonas apoyan su potencial uso como marcador biológico en ambas zonas.

El cestode *Strobilocephalus triangularis* sólo se halló en ejemplares de la zona sur. Los bajos valores de P, AM e IM podrían estar relacionados con el tamaño de la muestra bajo estudio más que con una infección accidental; dado que se lo halló en el lugar del intestino ideal descrito para otros cetáceos (Hoberg, 1994; Raga, 1985). Cabe destacar que esta especie de parásito es cosmopolita y exclusiva de los cetáceos. A pesar de ello es factible proponerlo como posible marcador biológico de las toninas del sur.

Si bien los valores de riqueza son iguales en ambas zonas y los de equitabilidad son cercanos, se encontró que existen diferencias en la diversidad, siendo la zona sur la más diversa, tanto si se trabaja con la infracomunidad como si se trabaja con comunidad componente. Aún así, los valores de diversidad obtenidos para ambas zonas se corresponden con bajos valores de diversidad. También se han encontrado comunidades helmínticas relativamente pobres en otros mamíferos marinos: la ballena piloto, *Globicephala melas* (Balbuena y Raga, 1993), la franciscana, *Pontoporia blainvillei*, (Aznar *et al.*, 1994) el delfín oscuro, *Lagenorhynchus obscurus*, (Dans *et al.*, 1999).

Varios autores han discutido cuales son los procesos que pueden determinar la estructura de las comunidades de parásitos (Holmes, 1987; Kennedy *et al.*, 1986; Poulin, 1997). La comunidad componente estaría reflejando las características del hábitat, ya que su composición, y por lo tanto su riqueza, dependerán de la fauna parasitaria disponible. Además, la composición también depende de la movilidad,

migraciones e intercambio de individuos de la especie hospedadora. En los mamíferos marinos, los helmintos gastrointestinales son adquiridos a través de la dieta, por lo cual el proceso que explique los patrones observados en la estructura de las comunidades debería estar asociado con la amplitud del rango de presas o en la movilidad del hospedador.

De los estudios de dieta realizados se desprende que en la zona centro las especies más importantes son la merluza y el calamar común; mientras que en la zona sur las especies más importantes son la sardina fueguina, la merluza de cola y el calamar patagónico. Cuando el análisis se realiza teniendo en cuenta los grupos zoológicos en la Patagonia centro los grupos más importantes son los peces y los moluscos; mientras que en Patagonia sur los peces constituyen el único grupo importante. Analizada la dieta de acuerdo a los grupos ecológicos se puede observar que en el centro las presas son pelágicas o demersal pelágicas, mientras que en sur son eminentemente pelágicas, con eventuales capturas de especies asociadas al bentos.

Bastida y colaboradores (1988), encontraron que las toninas de Tierra del Fuego se alimentan fundamentalmente de mysidáceos (*Arthromysis magellanica*), peces (*Odontesthes* spp, *Sprattus fueguensis* y *Macruronus magellanicus*), también encontraron algas, crustáceos, poliquetos y tunicados. Por las características del análisis realizado por estos autores, no es posible establecer comparaciones a nivel cuantitativo con los resultados hallados por Koen Alonso y los que se presentan en este capítulo. Pero la información presentada indica que podría consumir especies de hábitos bentónicos y/o demersal - bentónicas, sin embargo estos autores también señalan que las especies presas más importantes son pelágicas.

Con respecto a la relación entre los parásitos y las presas, *Anisakis simplex* es mencionado como parásito de la anchoita patagónica (*Engraulis anchoita*) en primavera por Timi y Paulin (2003); Timi, (2003); Timi *et al.* (2001), en el 3er estadio. También se menciona este nematode en merluza (*Merluccius hubbsi*) en Sardella y Timi (2004), estos autores la encuentran en el mismo estadio que el hallado en la anchoita. En Cephalopodos, *Loligo gahi* e *Illex argentinus*, Nigmatullin (1989) menciona la presencia

de larvas tipo I y II de *Anisakis* sp; lo mismo es mencionado por Sardella *et al.* (1990) y por Nigmatullin y Schukhgalter (1990). Esta especie por sus características no sería un buen indicador de stocks.

Para el resto de las especies presas no hay información disponible sobre su parasitofauna. Por lo cual sólo es posible plantear hipótesis sobre las potenciales vías de transmisión a la luz de los conocimientos sobre la dieta alcanzados.

Teniendo en cuenta que los digeneos tienen ciclos de vida complejos, que incluyen al menos un hospedador intermediario (Rohde, 1993; Smyth, 1994), y que las especies encontradas en el presente trabajo no tienen ciclos de vida conocidos a la fecha. En función de la información sobre la fauna parasitaria de la anchoita (Timi *et al.*, 1999; Timi, 2003) y de la merluza (Sardella y Timi, 2004) las especies que pueden ser los vectores de los digeneos hallados son:

- a) *Illex argentinus* y *Semirossia tenera* para la *Braunina cordiformis*. Este digeneo también aparece parasitando al delfín oscuro (Dans *et al.*, 1999) pero con valores de P y AM mayores que los hallados para la tonina overa. Por otro lado las especies presas mencionadas como intermediarios también aparecen como presas del delfín oscuro, con valores de IRI% mayores a 1 (Koen Alonso, 1999)
- b) También *Illex argentinus* podría ser el intermediario más importante, para *Pholeter gastrophilus*. Este digeneo aparece con valores altos de P en la tonina overa y muy baja en el delfín oscuro, esta relación se explica por el hecho de que el calamar común tiene mayor importancia en la dieta de la tonina que en el delfín oscuro (Koen Alonso, 1999).
- c) *Hadwenius* sp. es el único digeneo que es común a ambas zonas de estudio. Del estudio de la dieta en ambas zonas (Tablas 19 y 22) surge como el intermediario más probable el calamar patagónico. Esta hipótesis se ve reforzada por el hecho de que este parásito también parece en el delfín oscuro (Dans *et al.*, 1999) y que la única presa compartida por las toninas del centro y sur con el delfín oscuro es *Loligo gahi* (Koen Alonso, 1999)

Con respecto al cestode *Strobilocephalus triangularis*, los probables intermediarios

son peces del género *Patagonotothen*, esta hipótesis se sostiene por el hecho de que Wojciechowska (1993) ha descrito formas larvarias perteneciente a la familia Tetrabotriidae parasitando a peces de los géneros *Notothenia* y *Patagonotothen*

La mayor diversidad parasitaria del sur (Tabla 17) está ligada a una mayor riqueza de especies en la dieta (Tabla 25). En ambas los peces, seguidos por los moluscos, son las presas principales de la tonina, por lo cual es de esperar que sean los principales intermediarios de los parásitos gastrointestinales. Lamentablemente por falta de material no se pudo calcular el IRI% de los grupos bentónicos en la zona sur. Algunos de los cuales podrían estar involucrados en los ciclos de vida de los digeneos, en particular los anélidos. Aún así, en esta etapa del conocimiento de la parasitofauna de la tonina overa surge la necesidad de conocer los ciclos de vida de sus parásitos.

Los resultados obtenidos y discutidos en los párrafos anteriores llevan a plantear las siguientes consideraciones. Por un lado es altamente probable que nos encontremos frente a la presencia de dos stocks biológicos. Esto se ve apoyado tanto por el análisis discriminante como por el estudio de los patrones de las antisimetrías. Por otro lado el estudio de las asimetrías fluctuantes apoya la hipótesis de existencia de dos stocks ecológicos. Los estudios de la parasitofauna y de dieta también apoyan esta hipótesis. Es digno de destacar que no hay contradicciones entre los resultados obtenidos, los que indican que al menos se está frente a dos stocks ecológicos y que probablemente estos sean stocks biológicos. Estudios de genética de poblaciones se hacen necesarios para poder apoyar o refutar esta presunción. En la actualidad parte del grupo de trabajo del LAMAMA está realizando estudios de DNA mitocondrial, sobre muestras de piel de toninas overas obtenidas en la zona atlántica que abarca desde Bahía Engaño (Chubut) hasta Monte León (Santa Cruz) (Coscarella *et al.*, 2007). Los análisis moleculares indican que existen al menos 6 líneas matriarcales que estructurarían las poblaciones de la especie en la plataforma continental. Dado que en este capítulo el análisis se llevó a cabo sobre individuos provenientes de los extremos de su distribución en el Atlántico sur, se hace necesario realizar estudios sobre los grupos que habitan en la región centro-sur de Patagonia. Es probable que los resultados obtenidos se deban a diferencias provocadas por aislamiento por distancia, esta estructuración poblacional ya fue observada en la franciscana *Pontoporia blainvillei*, otro delfín costero del Atlántico

sur, (Lázaro *et al.*, 2004). Sin embargo, los resultados provenientes del análisis mitocondrial no apoyan la hipótesis de una estructuración por aislamiento por distancia, por lo que es necesario continuar el estudio de marcadores nucleares (microsatélites), ya iniciado. Cabe destacar que estos últimos análisis no incluyen muestras provenientes del sur de Patagonia.

Independientemente de que se trate de stocks biológicos o ecológicos, a la hora de tomar decisiones de manejo de esta especie, se recomienda tener en cuenta las diferencias observadas entre ambos grupos; de esta manera se mantendrá la diversidad y en consecuencia la capacidad de la especie para responder a cambios ambientales. La variación geográfica en caracteres morfológicos, generalmente es el resultado de procesos macro y micro evolutivos (Schäuble, 2004), tales como: a) tipo de presas, b) efectos de parámetros ambientales, c) factores genéticos (deriva y efecto fundador). Los efectos de los dos primeros procesos surgen naturalmente a la luz de la información presentada en el presente trabajo; el tercero se infiere como un efecto que actuó más en la zona sur donde la tonina overa fue objeto de caza y captura incidental, y se explicaría por las diferencias observadas en las asimetrías fluctuantes.

REFERENCIAS

- Allen, K.R. 1980. Conservation and management of whales. Butterworth & Co (Publishers) Ltd. 107 pag.
- Amano, M.N. y Miyazaki, N. 1992. Geographic variation in skull of harbour porpoises *Phocoena phocoena*. *Mammalia* 56: 133-144.
- Andrews, D.F. 1972. Plots of high dimensional data. *Biometrics* 28: 125–136.
- Angelescu, V. 1982. Ecología trófica de la anchoita del Mar Argentino (Engraulidae, *Engraulis anchoita*). Parte II. Alimentación, comportamiento y relaciones tróficas en el ecosistema. Contribuciones del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) N°409. 83 págs.
- Angelescu, V. y Prenske, B.L. 1987. Ecología trófica de la merluza común del Mar Argentino (Merlucciidae, *Merluccius hubbsi*). Parte 2. Dinámica de la alimentación analizada sobre la base de condiciones ambientales, la estructura y las evaluaciones de los efectivos en su área de distribución. Contribuciones del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) N°561. 205 pág.
- Aznar, J., Balbuena, J.A., Fernández, M. y Raga, J.A. 2001. Living together: The parasites of marine mammals. Capítulo 11: 385-423. En *Marine mammals biology and conservation*. Peter G. H. Evans y Juan Antonio Raga (Eds). Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Aznar, F.J., Balbuena, J.A. y Raga, J.A. 1994. Helminth communities of *Pontoporia blainvillei* (cetacea: Pontoporiidae) in Argentinian waters. *Can. J. Zool* 72: 702-706.
- Aznar, F.J., Raga, J.A., Corcuera, J. y Monzón, F. 1995. Helminths as biological tags for franciscana (*Pontoporia blainvillei*) (Cetacea, Pontoporiidae) in argentinian and uruguayan waters. *Mammalia* 59(3): 427-435.
- Balbuena, J.A. 1992. Tesis doctoral. Estudio taxonómico y ecológico de la parasitofauna del calderón común, *Globicephala melas* (Traill, 1809) en las aguas de Europa. Universitat de València.
- Balbuena, J.A. y Raga, J.A. 1991. Ecology and host relationships of whale-lice *Isocyamus delphi* (Amphipoda: Cyamidae) parasitizing long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) off Faroe Islands (Northeast Atlantic). *Can. J. Zool* 69: 141-145.
- Balbuena, J.A. y Raga, J.A. 1993. Intestinal helminth communities of the long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) off the Faroe Islands.
- Balbuena, J.A. y Raga, J.A. 1994. Intestinal helminths as indicators of segregation and social structure of pods of long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) off Faeroe Islands. *Can. J. Zool* 72: 443-448.
- Barnes, L.G., Domming, D.F. y Ray, C.E. 1985. Status of studies on fossil marine

- mammals. *Marine Mammal Science* 1(1): 15-53.
- Bastida, R., Lichtschein, V., y Goodall, R.N.P. 1988. Food habits of *Cephalorhynchus commersonii* off Tierra del Fuego. *Whal. Comm. Special Issue* 9: 143-160.
- Berón Vera, B. 1999. Estudio de la helmintofauna de la tonina overa, *Cephalorhynchus commersonii*, y su potencial uso en la diferenciación de stocks. Tesis de seminario para acceder al grado de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Director S. N. Pedraza, Co-director A. Gil de Pertierra. 72 pag.
- Berón-Vera, B., Pedraza, S.N, Raga, J.A, Gil de Pertierra, A., Crespo, EA., Koen Alonso, M., Goodall R.N.P. 2001. Gastrointestinal helminths of Commerson's dolphins, *Cephalorhynchus commersonii*, from central Patagonia and Tierra del Fuego. *Diseases of aquatic organisms*.47: 201-208.
- Best, P.B. 1969. The sperm whale (*Physeter catodon*) off the west coast of south Africa. 3. Reproduction in the male, pp. 20. Department of Industries. Division of Sea Fisheries.
- Boschi, E.E., Fischbach, C.E. y Iorio, M.I. 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. *Frente Marítimo* Vol 10, Sec. A:7-94
- Börjesson, P. y Beggren, P. 1997. Morphometric comparisons of skulls of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from Baltic, Kattegat, and Skagerrak seas. *Canadian Journal of Zoology* 75 (2): 280-287.
- Brickle, P., Olson, P.D., Littlewood, D.T. J., Bishop, A. y Arkhipkin, A.I. 2001. Parasites of *Loligo gahi* from waters off the Falkland Islands, with a phylogenetically based identification of their cestodes larvae. *Can. J. Zool* 79: 2289-2296.
- Bush, A.O., Aho, J.M. y Kennedy, C.R. 1990. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. *Evolutionary Ecology* 4: 1-20.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M. y Shostaki, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *J. Parasitol.* 83(4): 575-583.
- Castley, J.G., Cockcroft, V.G. y Kerley, G.I.H. 1991. A note on the stomach contents of four seals *Arctocephalus pusillus* beached on the south-east coast of south Africa. *South African Journal of Marine Science.* 11: 573 – 577.
- Clarke, M.R. 1986. A handbook for the identification of cephalopods beaks. Clarendon Press, Oxford. 273 págs.
- Collm, N.S. 2002. Análisis morfométrico de los huesos de la sardina fueguina *Sprattus fueguensis* Whitehead, 1964 (Cupleidae). Tesis de seminario para acceder al grado de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Director E. A. Crespo, Co-director D. D. Echeverría. 65 pag.
- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquatic Sci.* 54: 726 – 738.
- Conover, W.J. 1999. Practical nonparametric statistics. 3^d ed. John Wiley and Sons, Inc. 584 pag.

- Coscarella, M., Hoelzel, R., Crespo, E.A. y Loizaga de Castro, R. 2007. Population structure of Commerson's dolphins (*Cephalorhynchus commersonii*) along the patagonian coast based on MTDNA. 21st Annual Conference of the European Cetacean Society and Associated Workshops. Donostia – San Sebastián – España. Abril 23-25.
- Crespo, E.A., Schiavini, A.C.M., Perez Macri, G., Reyes, L. y Dans, S. 1994. Estudios sobre la determinación de edad en mamíferos marinos del Atlántico Sudoccidental. Anales de la IV Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur. 31-55.
- Cuadras Avellana, C.M. 1981. Métodos de análisis multivariante. Edsorial Universitaria Barcelona. 642 pag.
- Dailey, M.D. y Otto, K.A. 1982. Parasites as biological indicators of the distributions and diets of marine mammals common to the eastern Pacific, pp. 40 pag. NMFS Southwest Fisheries Center, La Jolla.
- Dailey, M.D. y Vogelbein, W.K. 1991. Parasite fauna of three species of antarctic whales with reference to their use as potencial stock indicators. Fishery Bulletin 89(3): 355-365.
- Dans, S.L., Reyes, L.M., Pedraza, S.N., Raga, J.A. y Crespo, E.A. 1999. Gastrointestinal helminths of the dusky dolphin, *Lagenorhynchus obscurus*, off patagonian coasts, in the southwestern Atlantic Ocean. Marine Mammals Science 15(3): 649-660.
- Delyamure, S.L. 1955. Helminthofauna of marine mammals (Ecology and Phylogeny). Akad. Nauk SSSR. 517 pag.
- Delyamure, S.L., Yurakhno, M.V., Popov, V.N., Shults, L.M. y Fay, F.H. 1979. Helminthological Comparison of Subpopulations of Bering Sea Spotted Seals, *Phoca Largha Pallas*, pp. 61-65. NOAA.
- Dizon, A.E., Perrin, W.F., Amos, W., Baker, C.S., Chivers, S.J., Costa, A.S., Curry, B.E., Gaggiotti, O., Hoelzel, A.R., Hofman, R., LeDuc, R.G., Loughlin, T.R., Lux, C.A., O'Corry-Crowe, G.M., Rosel, P.E., Rosenberg, A., Scribner, K.T. y Taylor, B.L. 1997. Report of the workshop. 3 – 8. En *Molecular genetics of marine mammals*. A. E. Dizon, S.J. Chivers y W.F. Perrin (Eds). Special publication 3. Society for Marine Mammals.
- Douglas, M.E., Schnell, G.D., Hough, D.J. y Perrin, W. 1992. Geographic variation in cranial morphology of spinner dolphins *Stenella longirostris* in the eastern tropical Pacific Ocean. Fishery Bulletin. 90: 54-76.
- Figueroa, L. y Puga, S. 1990. *Corynosoma cetaceum* Johnston and Best, 1942 (Acanthocephala) in Chilean dolphin, *Cephalorhynchus entropia* Gray, 1846 (Cetacea: Delphinidae). Bol Chil Parasitol. 45(3-4):93-5.
- Franjola, R. y Figueroa, L. 1988. *Braunina cordiformis* Wolf, 1903 (Digenea: Brauninidae) in a Chilean dolphin *Cephalorhynchus eutropia* Gray, 1846 (Cetacea: Odontoceti). Bol Chil Parasitol. 43(3-4):71-72.
- Gao, A. y Gaskin, D. E. 1996. Geographical variation in metric skulls characters among proposed subpopulations and stocks of harbour porpoise, *Phocoena phocoena*,

- in the western North Atlantic. *Marine Mammal Science*, 12(4): 516-527.
- George-Nascimento, M.A. y Aranciabia, H. 1992. Stocks ecológicos del jurel (*Trachurus symmetricus murphy* Nichols) en tres zonas de pesca frente a Chile, detectados mediante comparación de su fauna parasitaria y morfometría. *Rev. Chilena de Historia Natural*. 65: 453-470.
- Gittins, R. 1979. Ecological applications of canonical analysis. 309-496. En *Multivariate methods in ecological work*. L. Orloci; C. R. Rao y W.M. Stiteler (Eds). International Co-operative Publishing House. *Statistical Ecology vol. 7*. 550 pag.
- Goodall, R.N.P., Galeazzi, A.R. y Lichter, A.A. 1988. Exploitation of small cetaceans off Argentina 1979-1986. *Rep. Int. Whal. Comm.* 38: 407-410.
- Gosztanyi, A. y Kuba, L.. 1996. Atlas de huesos craneales y de la cintura escapular de peces costeros patagónicos. Informe técnico del PMIZCP N° 4. Fundación Patagonia Natural 1 - 29.
- Guerrero R.A. y Piola, A.R. 1997. Masas de Agua en la Plataforma continental. En *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*. Tomo 1. Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales. E. Boschi (Ed). 107-118.
- Hill Mikkelsen, A.M. y Lund, A. 1994. Intraspecific variation in the dolphin *Lagenorhynchus albirostris* and *L. acutus* (*Mammalia: Cetacea*) in metrical and non-metrical skull characters, with remarks on occurrence. *J. Zool. Lond.* 234: 289-299.
- Hoberg, E.P. 1994. Order Tetrabothriidae Baer, 1954. En *Keys to the Cestode Parasites of Vertebrates*. L.F. Khalil, A. Jones y R.A. Bray (Eds). CAB International. 751 pag.
- Hoelzel, A.R. 1999. Impact of population bottlenecks on genetic variation and the importance of life history; a case study of the northern elephant seal. *Biol. J. Linn. Soc.* 68: 23 – 39
- Hoelzel, A.R., Fleischer, R.C., Campagna, C., Leboeuf, B.J. y Alvord G. 2002. Impact of a population bottleneck on symmetry and genetic diversity in the northern elephant seal. *J. Evol. Biol.* 15(4): 567 – 575.
- Hoelzel, A.R., Halley, J., O'Brien, S.J., Campagna, C., Arnborn, T., Le Boeuf, B., Ralls, K. y Dover, G.A. 1993. Elephant seal genetic variation and the use of simulation models to investigate historical populations bottlenecks. *The Journal of Heredity* 84(6): 443-449.
- Hoelzel, A.R., Potter, C.W. y Best, P.B. 1998. Genetic differentiation between parapatric 'nearshore' and 'offshore' populations of bottlenose dolphin. *Proc. R. Soc. Lond. B* 265: 1177-1183.
- Holmes, J.C. 1987. The structure of helminth communities. *International Journal of Parasitology* 17: 203-208.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *J. Fish Biol.* 17: 411-429.
- Hutton, J., Blair, D., Slooten, E. y Dawson, S.M. 1987. Case studies of fluke-induced

lesions in mesenteric lymph nodes of Hector's dolphins *Cephalorhynchus hectori*. Diseases of Aquatic Organisms 2: 83 - 88.

- Jackson, J.F. 1973. A search for the population asymmetry parameter. Systematic Zoology 22: 166 -170.
- Jolicoeur, P. 1959. Multivariate geographical variation in the wolf *Canis lupus*. Evolution 13(3): 283-299.
- Kasuya, T. 1973. Systematic consideration of recent toothed whales based on the morphology of tympano-periotic bone. Sci. Rep. Whales Res. Inst 25: 1-103 y 28 láminas.
- Kennedy, C.R., Bush, A.O. y Aho, J.M. 1986. Patterns in helminth communities: why are birds and fish different? Parasitology 93: 205-215.
- Koen Alonso, M. 1999. Estudio comparativo de la alimentación entre algunos predadores de alto nivel trófico de la comunidad marina del norte y centro de Patagonia. Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Biológicas (UBA – FCEN), Director E. A. Crespo y Co-director D. D. Echeverría. 182 pag.
- Koen Alonso, M., Crespo, E.A., García, N.A., Pedraza, S.N. y Coscarella, M. 1998. Diet of dusky dolphins, *Lagenorhynchus obscurus*, in waters off Patagonia, Argentina. Fishery Bulletin 96: 366 - 374.
- Koen Alonso, M., Pedraza, S., Schiavini, A., Goodall, N. y Crespo, E.. 1999. Stomach contents of false killer whales (*Pseudorca crassidens*) stranded on the coasts of the Strait of Magellan, Tierra del Fuego. Marine Mammal Science 15:712—724.
- Koen Alonso, M., Crespo, E.A., Pedraza, S.N., García, N.A. y Coscarella, M.A.. 2000. Food habits of the South American sea lion, *Otaria flavescens*, off Patagonia, Argentina. Fishery Bulletin 98:250 - 263.
- Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. 1th ed. Harper Collins Publishers. 654 pag.
- Krebs, C.J. 1992. Fortran Programs for Ecological Methodology. Exeter Software.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. 2nd ed. Addison Wesley Longman, Inc. 620 pag.
- Lázaro, M., Lessa, E.P. y Hamilton, H. 2004. Geographic genetic structure in the franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*). Marine Mammal Science 20 (2): 201-214.
- Leary, R.F. y Allendorf, F.W. 1989. Fluctuating asymmetry as an indicator of stress – implications for conservation biology. Trends in Ecology and Evolution 4 (7): 214-217.
- Leary, R.F., Allendorf, F. W., Knudsen, K.L. 1983. Developmental stability and enzyme heterozygosity in rainbow trout. Nature 301: 71-72.
- Lens, L., Van Dongen, S. y Kark, S. 2002. Fluctuating asymmetry as an indicator of fitness: can we bridge the gap between studies? Biol. Rev. 77: 27-38.
- Manly, B.F.J. 1994. Multivariate statistical methods: a primer. Third Edition. Chapman and Hall. 215 pag.

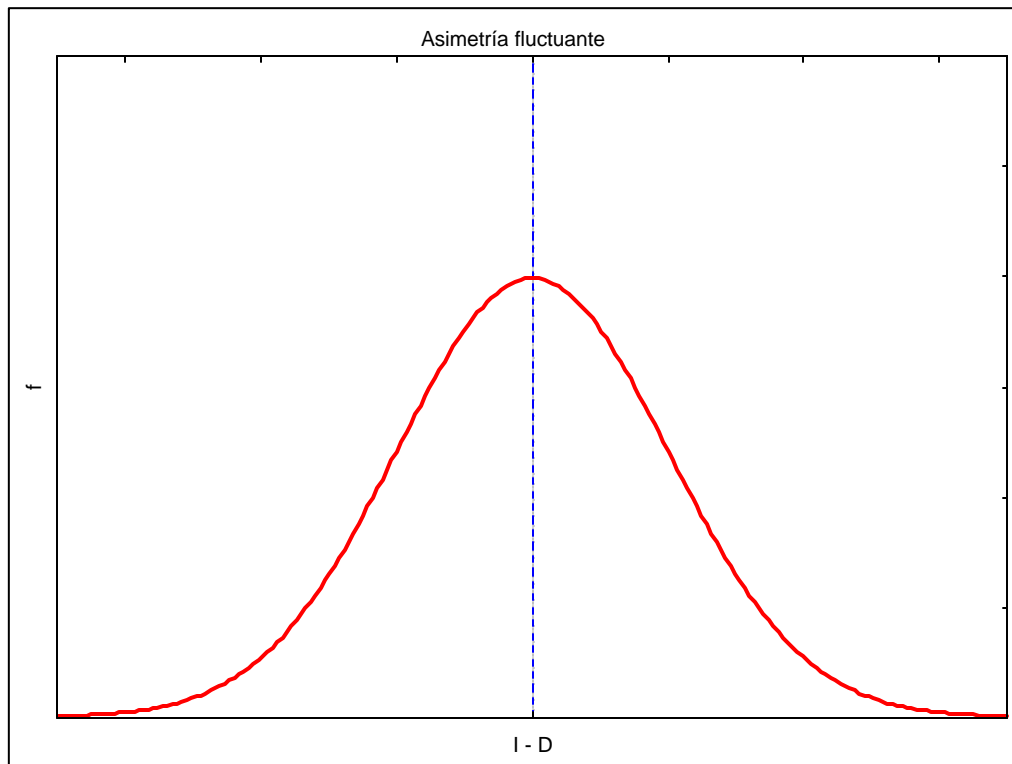
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. 179 pag.
- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris, A.M. y Schad, G.A. 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologist). *J. Parasitol.* 68(1): 131-133.
- McKenzie, J. y Blair, D. 1983. Parasites from Hector's dolphin (*Cephalorhynchus hectori*). *New Zealand Journal of Zoology* 10: 126-127.
- Menni, R.C. 1983. Los peces en el medio marino. Estudio Sigma S.R.L., Buenos Aires, Argentina.
- Menni, R.C. y López, H.L. 1984. Distributional patterns of argentine marine fishes. *Physis A*, 42 (103): 71-85, 7 fig.
- Menni, R.C., Ringuélet, R.A. y Aramburu, R.A.. 1984. Peces marinos de la Argentina y Uruguay. Editorial Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires, Argentina. 169 págs.
- Neff, N.A. y Marcus, L.F. 1980. A survey of multivariate methods for systematics. American Museum of Natural History, New York. 243 pag.
- Neter, J., Wasserman, W. y Kutner, M.H. 1990. *Applied Linear Statistical Models. Regression, Analysis of Variance and Experimental Designs*. 3rd ed. Richard D. Irwin, Inc. 1181pp.
- Nigmatullin, Ch.M. (1989) Las especies de calamar más abundantes del Atlántico sudoeste y sinopsis sobre la ecología del calamar (*Illex argentinus*). *Frente Marítimo* 5: 71-81.
- Nigmatullin, Ch.M. y Shukhgálder, O.A. 1990. Helmintofauna y aspectos ecológicos de las relaciones parasitarias del calamar (*Illex argentinus*) en el Atlántico Sudoccidental. *Frente Marítimo*. 7: 57- 68.
- Oporto J. y Torres P.1989. First record of *Pseudoterranova* (Nematoda: Anisakidae) from the Chilean dolphin, *Cephalorhynchus eutropia* (Cetacea: Delphinidae). *Bol. Chil. Parasitol.* Jul-Dec;44(3-4):92-3.
- Orlóci, L. y Kenkel, N.C. 1985. Introduction to data analysis: with examples from population and community ecology. *Statistical Ecology Monographs*. Vol. 1. International Co-operative Publishing House. 340 pag.
- Palmer, A.R. 1994. Fluctuating asymmetry analysis: a primer. pp. 335-364. *En: Developmental Instability: Its origins and evolutionary implications*. T. A. Markow (ed.) Kluwer, Dordrecht
- Palmer, A.R. y Strobeck, C. 1986. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. *Ann. Rev. Ecol. Syst* 17: 391-421.
- Palmer, A.R. y Strobeck, C. 2003. Fluctuating Asymmetry Analysis Revisited. pp. 279 - 319. *En: Developmental Instability (DI): Causes and consequences*. M. Polak (ed.) Oxford University Press
- Perrin, W.F. 1990. Subspecies of *Stenella longirostris* (Mammalia: Cetacea: Delphinidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 103 (2): 453 - 463.

- Perrin, W.F., Yablokov, A.V. y Cass, V.L. 1982. Preliminary report on the use of non-metrical skull characters to discriminate populations of pelagic dolphins, pp. 32. National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Center, La Jolla.
- Perrin, W.F., Yablokov, A.V., Mina, M.V. y Barlow, J. 1989. Comparison of the resolving power of metrical and non-metrical cranial characters in defining geographic populations of the common dolphin, *Delphinus delphis*. Abstracts, Fifth International Theoretical Congress, Rome: 485
- Pinkas, L.M., Oliphant, S. y Iverson, I.L.K.. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. Fish Bull. 152:1 - 105.
- Poulin, R. 1997. Species richness of parasite assemblages: Evolution and patterns. Annu. Rev. Ecol. Syst. 28: 341-358.
- Raga, J.A. 1985. Découverte d'un cestode parasite encore non signalé chez *Lagenodelphis hosei* (Fraser, 1956) (Cestacea, Delphinidae). Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. A(2): 415-418.
- Raga, J.A. 1994. Parasitismus bei Cetacea. 132-179. En Handbuch der Säugetiere Europas. D. Robineau, R. Duguay y M. Klima (Eds). Vol 6/1A. Aula-Verlag, Wiesbaden
- Raga, J.A. 1997. Parasitology of marine mammals. 67-90. En Marine Mammals, Seabirds and Pollution of Marine Systems. T. Jauniaux, J.M. Bouquegneau y F. Coignoul (Eds). Presses de la Faculté de Médecine Veterinaire de l'Université de Liège.
- Raga, J.A., Aznar, F. J., Balbuena, J. A. y Fernández, M. 2002. Parasites. 867 – 876. En Encyclopedia of Marine Mammals. W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (Eds). Academic Press. 1414 pag.
- Robineau, D. y Duhamel, G. 1984. Régime alimentaire du dauphin de Commerson *Cephalorhynchus commersonii* (Lacepède, 1804) aux îles Kerquelen, pendant l'été austral. Bull. Mus. Natn. Hist. nat. 6(section A, n° 2): 551-559.
- Roest, A. I. 1993. Asymmetry in the skulls of California sea Otters (*Enhydra lutris nereis*). Marine Mammal Science 9(2): 190 -194.
- Rohde, K. 1993. Ecology of marine parasites. CAB International. 298 pag.
- Rommel, S. 1990. Osteology of the bottlenose dolphin. 29 - 49. En The bottlenose dolphin. S. Leatherwood y R. R. Reeves (Eds). Academic Press. 653 pag
- Roper, C.F.E., Sweeney, M.J. y Nauen, C.E.. 1984. FAO species catalogue. Vol 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop. 125:1 - 227.
- Ross, G.J.B. 1979. The smaller cetaceans of the south east coast of Southern Africa. (Phd. thesis, University of Port Elizabeth) 415pp.
- Sardella, N.H., Roldan, M. I. y Tanzola, D. 1990. Helmintos parásitos del calamar (*Illex argentinus*) en la subpoblación bonaerense-norpatagónica. Frente Marítimo 7: 53 - 56.
- Sardella, N.H. y Timi, J.T. 2004. Parasites of Argentine hake in the Argentine Sea:

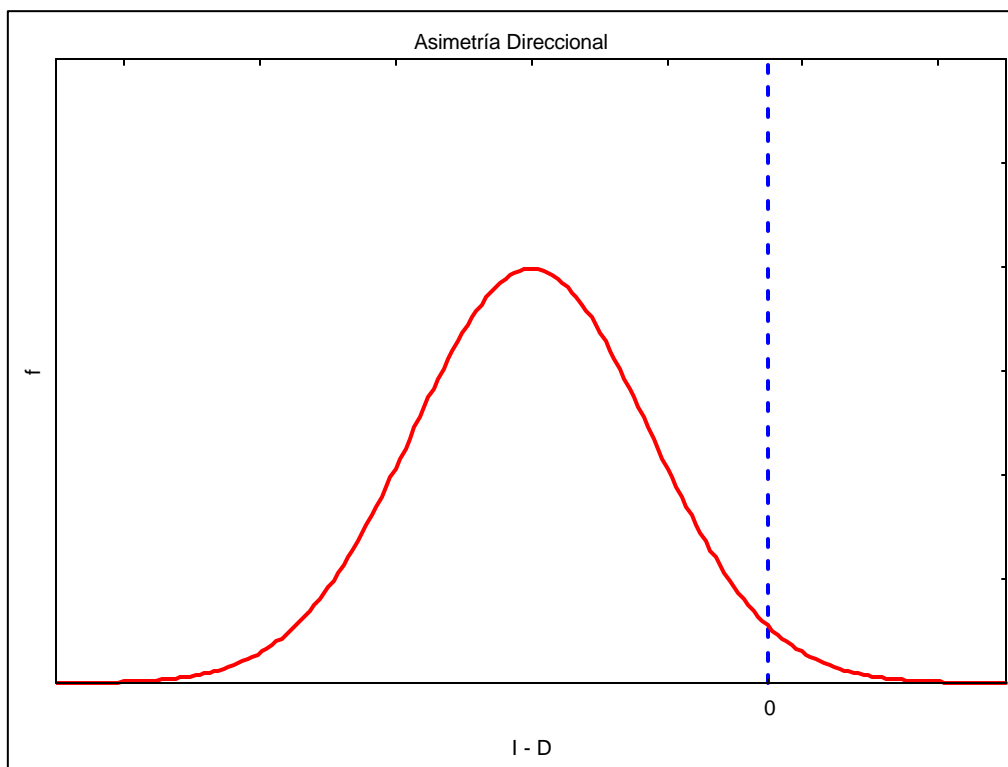
- populations and infracommunity structure as evidence for host stock discrimination. *Journal of fish Biology* 65: 1472-1488.
- Schäuble, C.S. 2004. Variation in body size and sexual dimorphism across geographical and environmental space in the frogs *Limnodynastes tasmaniensis* and *L. peronii*. *Biological Journal of the Linnean Society* 82: 39-56.
- Schnell, G.D., Douglas M.E. y Hough, D.J. 1985. Sexual dimorphism in spotted Dolphins (*Stenella attenuata*) in eastern Pacific Ocean. *Marine mammal Science*. 1(1) : 1 - 14.
- Smyth, J.D. 1994. Introduction to animal parasitology. 3^{ra} Edición. Cambridge University Press. 549 pag.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. 1995. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 3d. ed. W.H. Freedman and Company. 887 pag.
- Stiteler, W.M. 1979. Multivariate statistics with applications in statistical ecology. 279-300. En *Multivariate methods in ecological work*. L. Orloci, C. R. Rao y W.M. Stiteler (Eds). International Co-operative Publishing House. *Statistical Ecology* vol. 7. 550 pag.
- Szapkievich, V.B., Cappozzo, H.L., Crespo, E.A., Bernabeu, R.O., Comas, C. y Mudry, M.D. 1999. Genetic relatedness in two southern sea lion (*Otaria flavescens*) rookeries in the southwestern Atlantic. *Z. Säugetierkunde* 64: 246 - 250.
- Taylor, B.L., Chivers, S.J. y Dizon, A.E. 1997. Using statistical power to interpret genetic data to define management units for marine mammals. pp. 347-364. En: *Molecular genetics of marine mammals*. A.E. Dizon, S.J. Chivers y W.F. Perrin (eds.). Allen Press. Vol. 3
- Timi, J.T. 2003. Parasites of Argentine anchovy in the south-west Atlantic: latitudinal patterns and their use for discrimination of host populations. *Journal of Fish Biology* 63: 90 -107.
- Timi, J.T., Martorelli, S.R. y Sardella, N.H. 1999. Digenetic trematodes parasitic on *Engraulis anchoita* (Pisces: Engraulidae) from Argentina and Uruguay. *Folia Parasitologica* 46: 132 - 138.
- Timi, J.T. y Poulin, R. 2003. Parasite community structure within and across host populations of marine pelagic fish: how repeatable is it? *International Journal of Parasitology* 33: 1353 - 1362.
- Timi, J.T., Sardella, N.H. y Navone, G.T. 2001. Parasitic nematodes of *Engraulis anchoita* Hubbs et Marani, 1935 (Pisces: Engraulidae) off the Argentine and Uruguayan coasts, South West Atlantic. *Acta Parasitologica* 46(3): 186 - 193.
- Van Valen, L. 1962. A study of fluctuating asymmetry. *Evolution* 16(2): 125 - 142.
- Volpedo, A.V. y Echeverría, D.D.. 2000. Catálogo y claves de otolitos para la identificación de peces del Mar Argentino. 1. Peces de Importancia económica. Edsorial Dunken, Buenos Aires. 90 págs.
- Walker, W.A., Hochberg, F.G. y Hacker, E.S. 1984. The potencial Use of the parasites *Crassicauda* (Nematoda) and *Nasitrema* (Platyhelminthes) as biological tags and their role in natural mortality of common dolphins, *Delphinus delphis*, in the

- eastern north Pacific, pp. 31. NMFS Southwest Fisheries Center, La Jolla.
- Wang, J.Y. 2002. Stock identity. 1189 – 1192. En Encyclopedia of Marine Mammals. W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (Eds). Academic Press. 1414 pag.
- Wang, J.Y. y Berggren, P. 1997. Mitochondral DNA analysis of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Baltic Sea, the Kattegat-Skagerrak seas and off the west coast of Norway. *Marine Biology* 127: 531 - 537.
- Watson, P.J. y Thornhill, R. 1994. Fluctuating asymmetry and sexual selection. *Trends in Ecology & Evolution* 9(1): 21 - 25.
- Weber, H. 1929. *Como cazador de pieles finas en Tierra del Fuego. Uls Belzjäger im Feuerland*. Vuguft Gcherl O.m.b.h., Berlín. 217pp.
- Whitaker, J.S. 1997. Use of stepwise methodology in discriminant analysis. Paper presented at the annual meeting of the Southwest Educational Research Association, Austin, January 1997. 15 pag.
- Williams, H.H., MacKenzie, K. y McCarhy, A.M. 1992. Parasites as biological indicators of population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2(2): 144 - 176.
- Wojciechowska, A. 1993. The tetraphyllidean and tetrabotriid cercoids from Antarctic bony fishes. II. Occurrence of cercoids in various fish species. *Acta Parasitologica*. 38 (3): 113 - 118
- Yuric, D.B. y Gaskin, D.E. 1987. Morphometric and meristic comparisons of skulls of harbour porpoise *Phocoena phocoena* (L.) from the north Atlantic and North Pacific. *Ophelia* 27 (1): 53 - 75.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th ed. Prentice Hall. 1029 pag

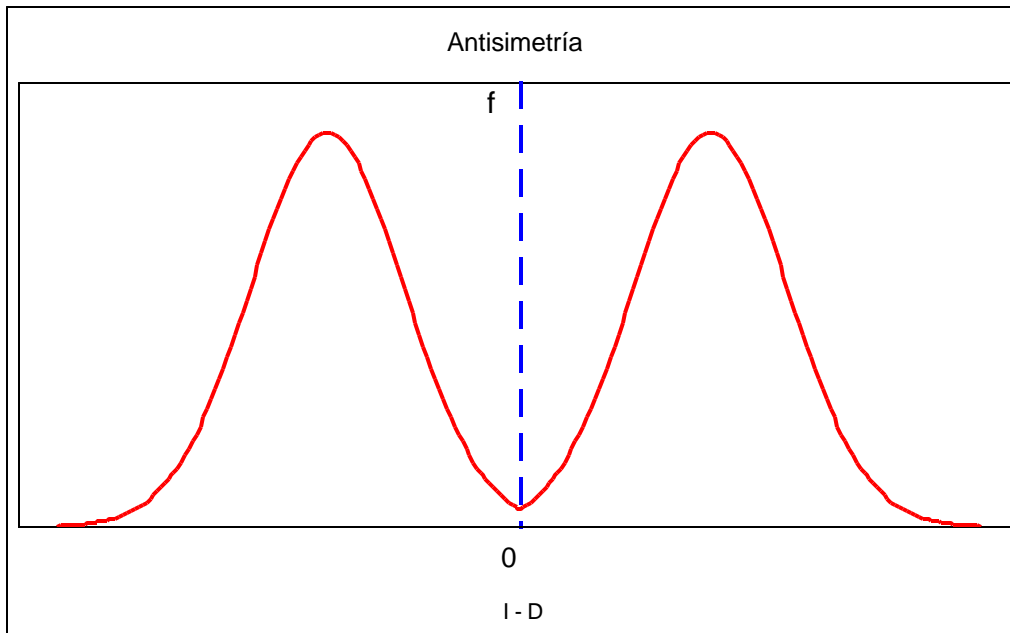
ANEXO I



Distribución de frecuencias teórica de las diferencias $I - D$ en el caso de asimetrías fluctuantes



Distribución de frecuencias teórica de las diferencias $I - D$ en el caso de asimetría direccional



Distribución de frecuencias teórica de las diferencias $I - D$ en el caso de antisimetría

Capítulo 3

CRECIMIENTO Y DIMORFISMO SEXUAL

INTRODUCCIÓN

El dimorfismo sexual implica que los dos sexos de una especie difieren en la apariencia externa o en otras características. Los sexos pueden diferir en tamaño y/o forma, color, desarrollo de ornamentos o apéndices (asociado a caracteres sexuales secundarios en los machos) y también en la producción de olor o sonido. El grado de dimorfismo sexual en una especie es el resultado de las presiones de selección (selección sexual y selección natural) que afectan a cada uno de los sexos (Ralls y Mesnick, 2002). En la mayoría de los mamíferos el dimorfismo está asociado a diferencias de tamaño, los machos son más grandes que las hembras; sin embargo existen casos en los que se da la situación inversa (algunas especies del Orden Chiroptera; el mono tití en el Orden Primates, algunas especies de la Familia Leporidae del Orden Lagomorpha; algunas especies del Orden Rodentia; todas las especies del Suborden Mysticeti (Leatherwood *et al.*, 1983); algunas especies del Suborden Odontoceti; algunas especies del orden Carnivora; y algunas especies del Orden Artiodactyla (Ralls, 1976)).

En los mamíferos marinos el tamaño es el carácter más llamativo en lo que a dimorfismo sexual se refiere. En algunas especies el macho es más grande que la hembra (p. ej. el elefante marino, *Mirounga leonina*, o el cachalote, *Physeter catodon*). En otras especies, en los machos se desarrollan dientes (colmillo), que en las hembras están ausentes (p. ej. narval, *Monodon monoceros*). En algunos odontocetos, los machos tienen cabezas agrandadas y densamente osificadas (*Hyperodon* sp.). A pesar de que el dimorfismo sexual tradicionalmente se refiere a diferencias en caracteres morfológicos, los sexos también pueden producir vocalizaciones diferentes (p. ej. Otaridos, ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), cachalote (*Physeter macrocephalus*)), o ser de coloración distinta (p. ej. foca fajada (*Histiophoca fasciata*)). En los mamíferos terrestres se ha observado la producción de diferentes olores, vía heces, orina o glándulas odoríferas; esto no se ha observado en los mamíferos marinos, pero podría ocurrir (p. ej. *Tursiops truncatus*, *Pusa hispida*) (Ralls y Mesnick,

2002).

Las relaciones de tamaño (largo) entre machos y hembras, para el Orden Cetacea se indican en la Tabla 1, sobre la base de la información disponible en la bibliografía (Leatherwood *et al.*, 1983; Jefferson *et al.*, 1994; Rice, 1998; Ridway y Harrison, 1998; 1999; Reeves *et al.* 2002).

El tamaño relativo de los sexos, en los Odontocetos, varía dentro del grupo. Los machos son más grandes que las hembras en muchas especies, con el dimorfismo más pronunciado en ese sentido en el cachalote, la orca, el narval, la beluga y la ballena piloto. Mientras que en otras especies las hembras son ligeramente mayores en tamaño que los machos, tal es el caso de algunas especies de la familia Ziphiidae, la familia Pontoporiidae, la familia Platanistidae, la familia Lipotidae, algunas especies de la familia Phocoenidae y algunas especies del género *Cephalorhynchus* en la familia Delphinidae (Tolley *et al.*, 1995).

En los delfinidos el patrón normal de dimorfismo sexual indica que los machos son mayores que las hembras. La única excepción a este patrón en esta familia, que consta de 33 especies, se da en el género *Cephalorhynchus*. Este género que tiene 4 especies: *C. hectori*, *C. commersoni*, *C. eutropia* y *C. heavisidii*, presenta un patrón invertido, es decir las hembras son de mayor tamaño que los machos, en al menos dos de las especies: *C. hectori* y *C. commersonii*. (Leatherwood y Reeves, 1983; Sooten, 1991; Jefferson *et al.*, 1994). A la fecha se carece de información sobre los tamaños de las otras dos especies

El género *Cephalorhynchus*, presenta un dimorfismo sexual en la coloración externa en lo que se ha denominado la mancha genital (Best, 1988; Goodall *et al.*, 1988a, b; Sooten y Dawson, 1988). En la tonina overa, los machos tienen una mancha negra con forma de corazón o piriforme encerrando completamente las aperturas genitales. La mancha está orientada paralelamente al eje longitudinal del cuerpo con la porción angosta posterior. Las hembras tienen una mancha genital enteramente diferente y variable. Si bien generalmente piriforme, la mancha cubre sólo la parte media anterior de la hendidura genital y su orientación es inversa a la de los machos, el extremo más angosto apunta anteriormente. Normalmente, dos proyecciones como dedos o lóbulos,

uno de cada lado, se extienden posteriormente de la mancha, rodeando parcialmente las blancas hendiduras mamarias (Fig. 1).

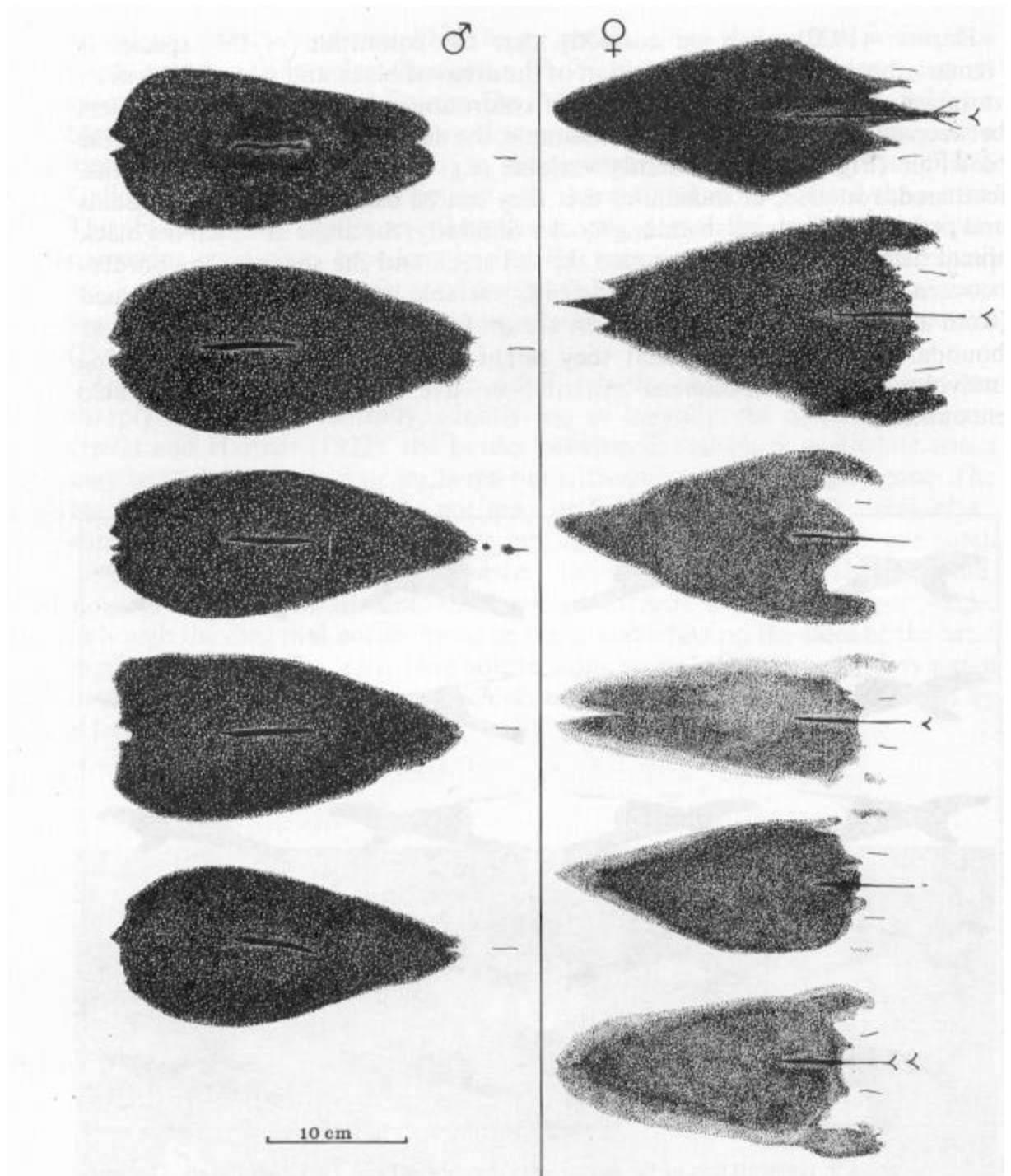


Figura 1. Manchas genitales de machos y hembras (Tomado de Goodall *et al.*, 1988a)

Tabla 1. Dimorfismo (Largo) entre machos y hembras en el Orden **Cetacea**. (? desconocido. >mayor. < menor. = igual)

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	ESPECIE	MACHOS	HEMBRAS	HEMISFERIO	OBSERVACIONES	
Cetacea	Mysticeti	Balaenidae	<i>Balaena glacialis glacialis</i>	<	>	Norte	Los del sur son más grandes	
			<i>Balaena glacialis australis</i>	<	>	Sur		
			<i>Balaena mysticetus</i>	<	>	Norte		
		Neobalaenidae	<i>Caparea marginata</i>	<	>	Sur		
		Balaenopteridae	<i>Balaenoptera musculus</i>	<	>	Norte y Sur		
			<i>Balaenoptera physalus</i>	<	>	Norte y Sur		
			<i>Balaenoptera borealis</i>	<	>	Norte y Sur		
			<i>Balaenoptera edeni</i>	<	>	Norte y Sur		
			<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	<	>	Norte		
			<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	<	>	Sur		
			<i>Megaptera novaeangliae</i>	<	>	Norte y Sur		
		Eschrichtiidae	<i>Eschrichtius robustus</i>	<	>	Norte y Sur		
		Odontoceti	Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	>	<		Norte y Sur
			Kogiidae	<i>Kogia breviceps</i>	=	=		Norte y Sur
	<i>Kogia sima</i>			?	?	Norte y Sur		
	Monodontidae		<i>Monodon monoceros</i>	>	<	Norte		
			<i>Delphinapterus leucas</i>	>	<	Norte		
	Ziphiidae		<i>Berardius bairdii</i>	<	>	Norte		
			<i>Berardius arnuxii</i>	<	>	Sur		
			<i>Ziphius cavirostris</i>	>	<	Norte y Sur		
			<i>Hyperoodon ampullatus</i>	>	<	Norte		
			<i>Hyperoodon planifrons</i>	<	>	Sur		
			<i>Tasmacetus shepherdi</i>	>	<	Sur		
			<i>Mesoplodon grayi</i>	=	=	Sur		
			<i>Mesoplodon hectori</i>	<	>	Sur		
			<i>Mesoplodon carlhubbsi</i>	=	=	Norte		
			<i>Mesoplodon peruvianus</i>	>	<	Norte ?		
			<i>Mesoplodon bidens</i>	>	<	Norte		
			<i>Mesoplodon europaeus</i>	<	>	Norte		
		<i>Mesoplodon mirus</i>	=	=	Norte y Sur			
		<i>Mesoplodon layardii</i>	<	>	Sur			
<i>Mesoplodon bowdoini</i>	>	<	Sur					
<i>Mesoplodon stejnegeri</i>	=	=	Norte					
<i>Mesoplodon densirostris</i>	=	=	Norte y Sur					
<i>Mesoplodon ginkgodens</i>	<	>	Norte y Sur					

Zonas tropicales

Tabla 1 Continuación

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	ESPECIE	MACHOS	HEMBRAS	HEMISFERIO	OBSERVACIONES
		Delphinidae	<i>Orcaella brevirostris</i>	?	?	Norte y Sur	
			<i>Orcinus orca</i>	>	<	Norte y Sur	
			<i>Globicephala melas</i>	>	<	Norte y Sur	
			<i>Globicephala macrorhynchus</i>	>	<	Norte y Sur	
			<i>Pseudorca crassidens</i>	>	<	Norte y Sur	
			<i>Feresa attenuata</i>	>	<	Norte y Sur	
			<i>Peponocephala electra</i>	?	?	Norte y Sur	
			<i>Sotalia fluviatilis</i>	?	?	Sur	Costeros mayores que los de río
			<i>Sousa chinensis</i>	>	<	Norte y Sur	
			<i>Sousa plumbea</i>	?	?	Norte y Sur	
			<i>Sousa teuszii</i>	?	?	Norte	
			<i>Steno bredanensis</i>	>	<	Norte y Sur	
			<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	>	<	Norte	
			<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	=	=	Sur	
			<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	>	<	Norte	
			<i>Lagenorhynchus acutus</i>	>	<	Norte	
			<i>Lagenorhynchus cruciger</i>	>	<	Sur	Pocos especímenes examinados
			<i>Lagenorhynchus australis</i>	?	?	Sur	
			<i>Grampus griseus</i>	=	=	Norte y Sur	
			<i>Tursiops truncatus</i>	>	<	Norte y Sur	
			<i>Tursiops aduncus</i>	?	?	Norte	
			<i>Stenella attenuata</i>	>	<	Norte y Sur	
			<i>Stenella longirostris</i>	>	<	Norte y Sur	
			<i>Stenella clymene</i>	?	?	Norte y Sur	
			<i>Stenella coeruleoalba</i>	>	<	Norte y Sur	
			<i>Delphinus delphis</i>	>	<	Norte y Sur	
			<i>Lagenodelphis hosei</i>	?	?	Norte y Sur	
			<i>Lisodelphis borealis</i>	>	<	Norte	
			<i>Lisodelphis peronii</i>	>	<	Sur	Pocos especímenes examinados
			<i>Cephalorhynchus commersonii</i>	<	>	Sur	Los de las I. Kerg. son más largos
			<i>Cephalorhynchus heavisidii</i>	?	?	Sur	
			<i>Cephalorhynchus hectori</i>	<	>	Sur	
			<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	?	?	Sur	
		Phocoenidae	<i>Phocoenides dalli</i>	>	<	Norte	
			<i>Phocaena dioptrica</i>	>	<	Sur	
			<i>Phocaena phocaena</i>	<	>	Norte	
			<i>Phocaena spinipinnis</i>	>	<	Sur	
			<i>Neophocaena phocaenoides</i>	>	<	Norte	
			<i>Phocaena sinus</i>	<	>	Norte	Pocos especímenes examinados

Tabla 1. Continuación

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	ESPECIE	MACHOS	HEMBRAS	HEMISFERIO	OBSERVACIONES
		Platanistidae	<i>Platanista gangetica gangetica</i> <i>Platanista gangetica minor</i>	< <	> >	Norte Norte	Zonas Tropicales
		Iniidae	<i>Inia geoffrensis</i>	>	<	Norte y Sur	
		Lipotidae	<i>Lipotes vexillifer</i>	<	>	Norte	
		Pontoporiidae	<i>Pontoporia blainvillei</i>	<	>	Sur	

En *Cephalorhynchus commersonii* los tamaños máximos conocidos son 152 cm (?) y 149 cm (?) para el Estrecho de Magallanes y 145.5 cm (?) y 138 cm (?) para el este de Tierra del Fuego. La población que habita en las Islas Kerguelen posee individuos sustancialmente más grandes, alcanzando las hembras largos aproximados a 174 cm y los machos 166.5 cm (Robineau, 1984). Lockyer *et al.* (1988) sugieren que las hembras son más largas que los machos a cualquier edad.

Las poblaciones están formadas por individuos, y los parámetros que caracterizan el comportamiento del conjunto, tales como la tasa de crecimiento y otras, en última instancia derivan del comportamiento y de las estrategias de vida de los constituyentes individuales (Nowak y Sigmund, 2007). La información referida al crecimiento individual, se puede vincular con los estadísticos de la Tabla de vida, en particular la tasa de supervivencia (p_x) (Ver Capítulo 4). Por otro lado la existencia o no de dimorfismo sexual determina el tipo de estrategia reproductiva de una especie. Por lo tanto teniendo en cuenta que tanto los aspectos referidos al crecimiento individual como aquellos que se refieren a las estrategias reproductivas aportan al conocimiento de la historia de vida (Chivers, 2002), es que se planteó estudiar el crecimiento y el dimorfismo sexual en la tonina overa, a partir de a) una descripción adecuada y formal del crecimiento en machos y hembras de tonina overa; b) la puesta a prueba de la existencia de diferencias entre machos y hembras en caracteres externos y craneales y el patrón de crecimiento. Se plantearon entonces las siguientes predicciones:

- 1) Ambos sexos difieren en los valores de algunas variables craneométricas a la misma edad, lo que permite diferenciar los sexos.
- 2) Existe un crecimiento corporal diferencial entre sexos en la tonina overa. O sea uno de los sexos alcanza un largo total mayor que el otro a la misma edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el análisis del dimorfismo en los caracteres craneales se trabajó con ejemplares ($n = 71$; $n_f = 24$, y $n_m = 47$), colectados en la Isla de Tierra del Fuego por la Dra. Natalie Goodall. Las medidas tomadas sobre cada cráneo y la forma en que se llevaron adelante tales mediciones se describen en el Capítulo 2 (Tabla 1). En dicho capítulo se describe la metodología para determinar la edad y el sexo de los individuos.

Se contó con información del largo total (LT) y el sexo de 119 ejemplares ($n_{\text{?}} = 42$ y $n_{\text{?}} = 77$) provenientes de Tierra del Fuego. El LT se midió desde la punta de la mandíbula superior hasta la escotadura de la aleta caudal (Norris, 1961). Las distribuciones de las tallas de ambos sexos se compararon con la prueba de Kolmogorov – Smirnov para dos muestras independientes (Conover, 1999), se trabajó a un nivel de significación de 0.05.

Se realizaron diagramas de dispersión de las variables craneométricas (Cap. 2, Tabla1) en función de la edad. Se seleccionaron para analizar crecimiento aquellas variables que cambiaban a medida que cambiaba la edad; o sea aquellas en las que se observó una tendencia en el tiempo (pendiente distinta de cero). En las únicas variables en las que se observó esto fue en el Ancho Zigomático (AZ) y en la Altura Craneal (AC). Por lo que el análisis de dimorfismo de las variables craneométricas se redujo a éstas dos variables. Para este análisis se trabajó con un tamaño muestral de $n = 64$ ($n_{\text{?}} = 23$; $n_{\text{?}} = 41$). Con respecto a los individuos menores de 1 año de edad, no se pudieron realizar mediciones debido al estado de deterioro de los huesos, ya que al limpiar los cráneos éstos se desarman.

Para describir el crecimiento los datos fueron ajustados a la ecuación de crecimiento del modelo de von Bertalanffy generalizado (Schnute, 1981):

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t - t_0)})^p$$

donde:

t representa la edad medida en años

t_0 es la edad hipotética a la cual el animal tiene largo 0

e base de logaritmos naturales

La longitud del animal a la edad t es función del largo asintótico L_{∞} , de k el coeficiente de crecimiento y de la edad t (Ricker, 1979). Este modelo describe un patrón de crecimiento en el cual a medida que aumenta el largo disminuye la tasa de crecimiento, y ésta tiende a cero a medida que el largo alcanza valores cercanos al largo asintótico (Kaufmann, 1981).

Los parámetros se estimaron por el método de máxima verosimilitud. Se supone que los errores se distribuyen normalmente (Kimura, 1980; Cerrato, 1990), por lo cual la

función a maximizar es la siguiente:

$$\ln V(L|\Theta) = -\frac{n}{2} \ln\left(\frac{SC}{n}\right)$$

donde V es la función de verosimilitud

L es la variable LT

Θ_{VB} es el vector de parámetros (L_{∞} , k, t_0) para el modelo de von Bertalanffy

$$SC = \sum_i^n \left(L_i - \hat{L}_i \right)^2, \text{ (} L_i \text{ corresponde a una observación individual y } \hat{L}_i \text{ es su valor}$$

esperado

n es el tamaño de la muestra.

El cociente de verosimilitudes provee un método general para comparar modelos anidados (a veces denominados jerárquicos) (Burnham y Anderson, 2002). Utilizando el siguiente estadístico, se puede evaluar si existen diferencias significativas entre dos modelos anidados

$$\Lambda = -2 \ln \left(\frac{V\left(\hat{\Theta}_0\right)}{V\left(\hat{\Theta}\right)} \right)$$

$V\left(\hat{\Theta}\right)$ es la función de verosimilitud del modelo general,

$V\left(\hat{\Theta}_0\right)$ es la función de verosimilitud del modelo restringido, en el que uno o más parámetros tienen un valor fijo. Bajo la hipótesis nula el modelo restringido es correcto y el estadístico se distribuye como una variable χ^2 con v grados de libertad ($v = gl(MG) - gl(MR)$).

El análisis del crecimiento, para todas las variables bajo estudio (LT, AC, AZ) se realizó para cada sexo por separado y luego para ambos sexos juntos. Con el objeto de poner a prueba la hipótesis de Slooten y Dawson (1998) con respecto al crecimiento de ambos sexos y al dimorfismo, se analizaron también las curvas de crecimiento, con

respecto al LT de *Cephalorhynchus hectori*¹, para ello se contó con la información de 107 ejemplares ($n_f = 46$ y $n_m = 61$). El análisis realizado fue equivalente al descripto para la tonina overa.

RESULTADOS

La variable Largo total (LT) tuvo un rango de (89 – 147.20) cm para las hembras, en un rango de edades de 0 a 15 años, en los machos LT tuvo un rango de (85.60 – 148.00) cm en un rango de edades de 0 a 19 años. La distribución de tallas de ambos sexos ($n_f = 42$; $n_m = 77$) no difirió significativamente (Figura 2) (Prueba de Kolmogorov-Smirnov, $p > 0.1$).

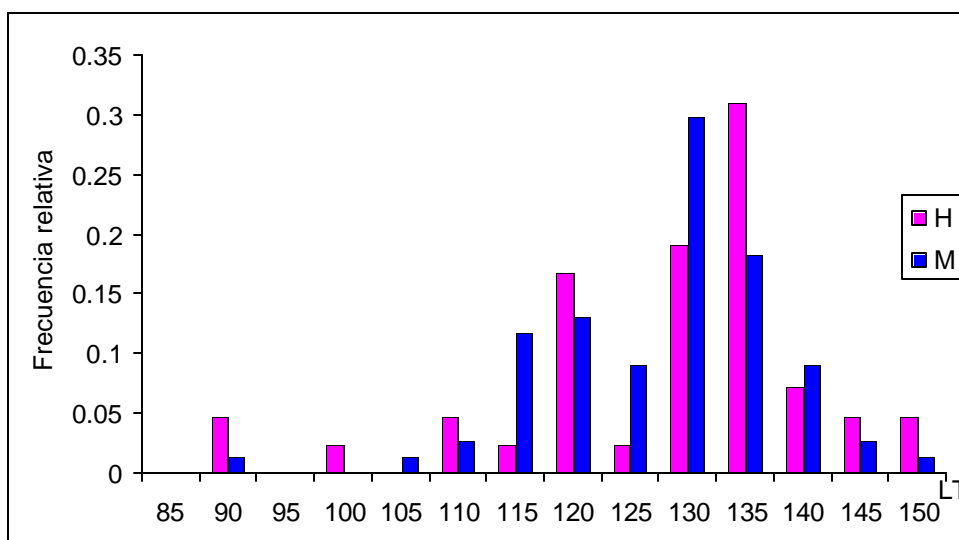


Figura 2. Distribución de tallas de hembras y machos

La distribución de las edades de la muestra analizada se presenta en la Figura 3. Se observa que la proporción de machos es aproximadamente constante, manteniéndose por encima del 10% hasta los 12 años y decreciendo lentamente a partir de esa edad. En las hembras la proporción decrece monótonicamente con la edad desde el primer intervalo de edad.

¹ Datos cedidos para este análisis por E. Slooten

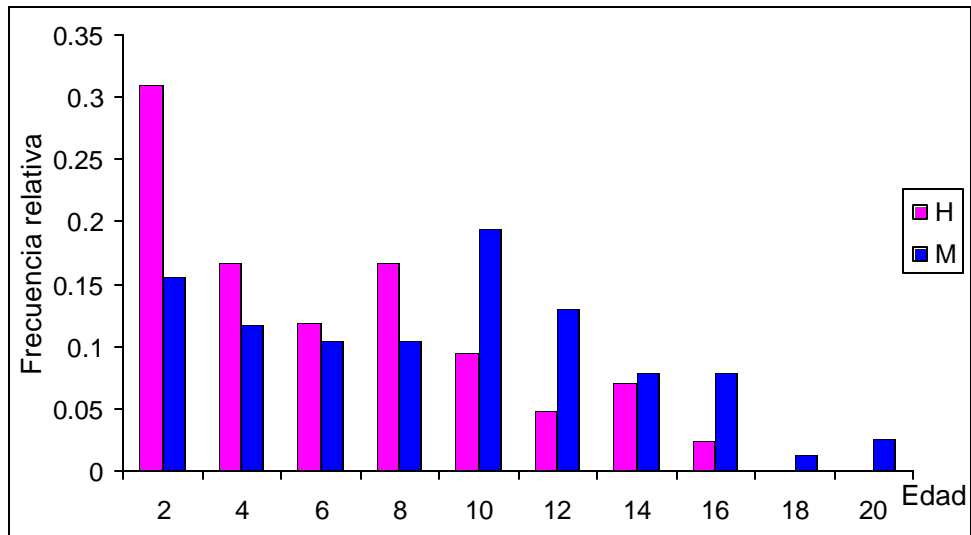


Figura 3. Distribución de edades por sexo

Los valores de las estimaciones máximo-verosímiles de los parámetros del modelo de von Bertalanffy generalizado se presentan en la Tabla 2. Se observa que en las hembras el coeficiente de crecimiento (k) toma un valor mayor, en valor absoluto, que

Tabla 2. Estimaciones de los parámetros del modelo de von Bertalanffy

PARAMETROS ESTIMADOS				
	t_0	k	L_∞	p
Hembras	-0.8730	0.501889	134.73	0.361301204
Machos	-0.1214	0.147556	133.28	0.102294265
Ambos sexos	-0.1986	0.240973	132.76	0.123852805

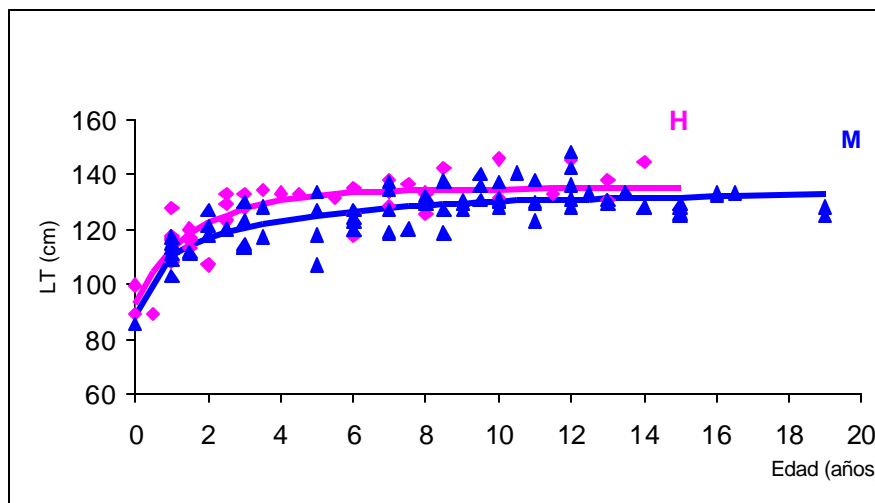


Figura 4. Curvas de crecimiento de hembras y machos en *Cephalorhynchus commersonii*.

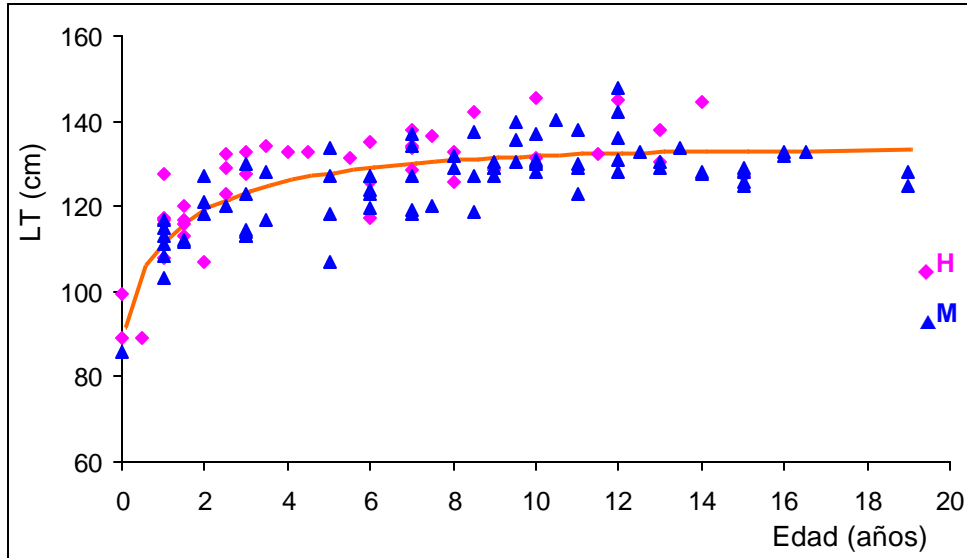


Figura 5. Curva de crecimiento de ambos sexos.

en los machos. Lo mismo ocurre con los valores de L_{∞} . Esto se traduce en que las hembras alcancen LT mayores que los machos a la misma edad (Figura 4). También se observa que cuando se estiman los parámetros del modelo para ambos sexos juntos, éstos toman valores más cercanos a aquellos obtenidos para los machos (Tabla 2 y Figura 5).

El análisis de la razón de verosimilitudes ($\Lambda = 17.35$; $p < 0.002$) determina que el modelo restringido no explica de manera adecuada el crecimiento de machos y hembras. Por lo cual cada uno de los sexos posee su propia curva de crecimiento, con parámetros diferentes para cada uno de ellos.

Con respecto a las variables craneométricas analizadas, en la Figura 6 se observa el diagrama de dispersión del Ancho Zigomático (AZ), expresado en mm, con respecto a la edad, expresada en años. Los valores de los estimadores máximo-verosímiles de los parámetros del modelo, para cada sexo y para ambos sexos juntos, se presentan en la Tabla 3. Se observa que las estimaciones toman valores semejantes en todos los casos.

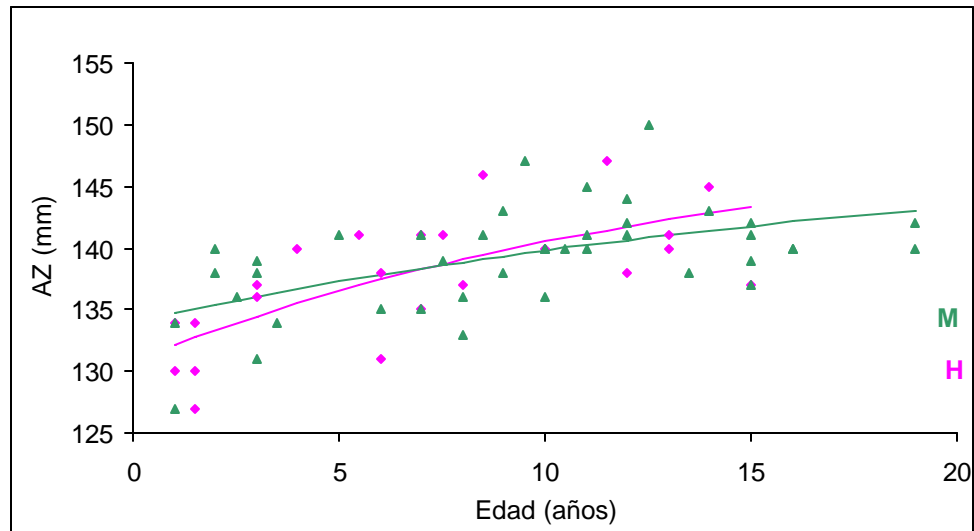


Figura 6. Diagrama de dispersión del Ancho Zigomático (AZ) en función de la edad para ambos sexos. Las líneas representan las curvas de crecimiento del modelo de von Bertalanffy, para cada uno de los sexos.

La prueba del cociente de verosimilitudes no permite rechazar la hipótesis que determina que el modelo restringido es el adecuado para describir el crecimiento de Ancho Zigomático (AZ) con la edad ($\Lambda = 3.89$, $p > 0.4$). Por lo cual no hay diferencias con respecto al crecimiento de esta variable entre sexos (Figura 7).

Tabla 3. Estimaciones de los parámetros de Ancho Zigomático (AZ) del modelo de von Bertalanffy

PARÁMETROS ESTIMADOS				
	t_0	k	L_∞	p
Hembras	-24.25	0.0686	150.00	0.65228574
Machos	-30.35	0.0407	150.00	0.32800332
Ambos sexos	-26.37	0.0503	150.00	0.39715531

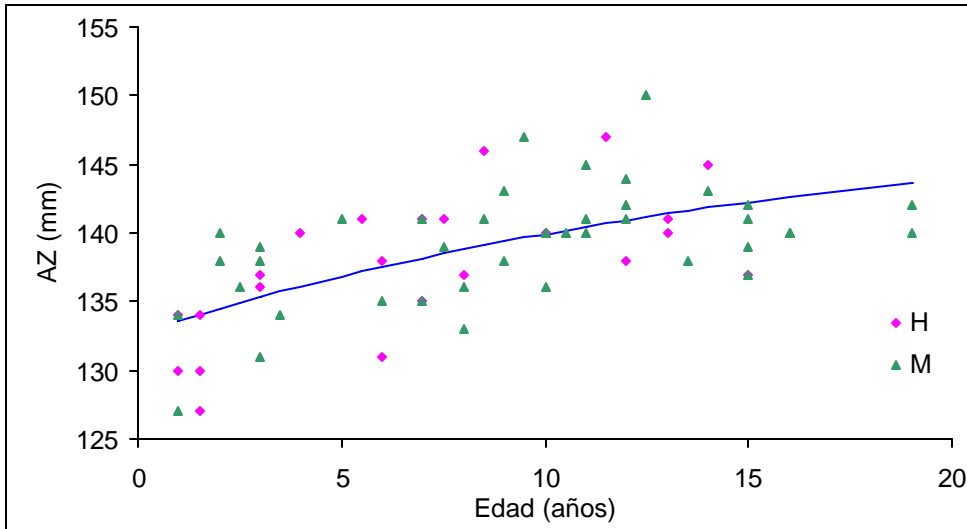


Figura 7. Curva correspondiente al modelo restringido para Ancho Zigomático (AZ)

La variable Altura Craneal (AC) mostró un comportamiento semejante al de la variable Ancho Zigomático (AZ), como se puede observar en la Tabla 4 y en la Figura 8. Pero en esta variable las posibles diferencias entre sexos son menos marcadas que en el caso anterior.

Tabla 4. Estimaciones de los parámetros del modelo de von Bertalanffy, para Altura Craneal (AC)

	PARÁMETROS ESTIMADOS			
	t_0	k	L_∞	p
Hembras	-0.0001	0.0053	125.00	0.02804647
Machos	-0.0001	0.0018	125.00	0.02158492
Ambos sexos	-0.0001	0.0196	120.00	0.02582485

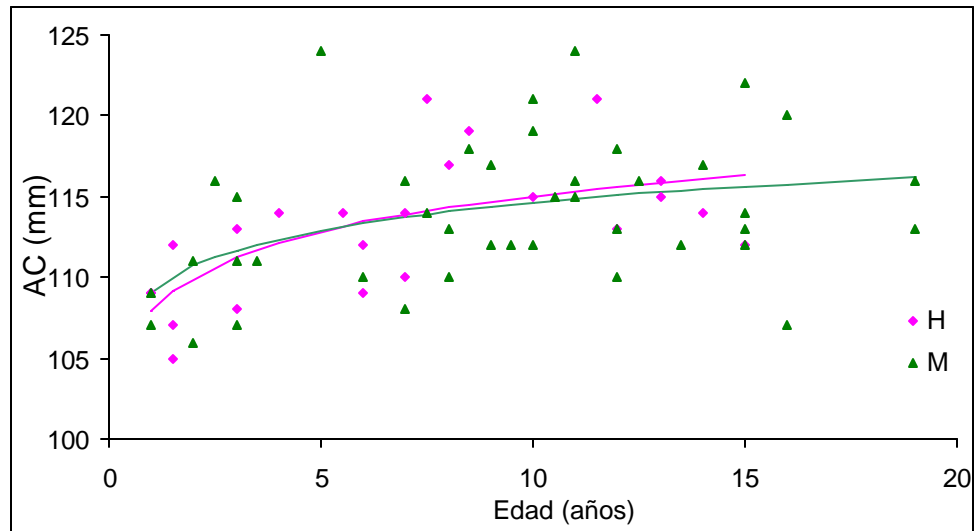


Figura 8. Diagrama de dispersión de la Altura Craneal (AC) en función de la edad para ambos sexos. Las líneas representan las curvas de crecimiento del modelo de von Bertalanffy, para cada uno de los sexos.

El modelo restringido explica el crecimiento de la variable Altura Craneal (AC) de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba del cociente de verosimilitudes ($\Lambda = 0.19$, $p > 0.99$). Por lo cual no hay diferencias entre los sexos con respecto al crecimiento de la Altura Craneal (Tabla 4 y Figura 9).

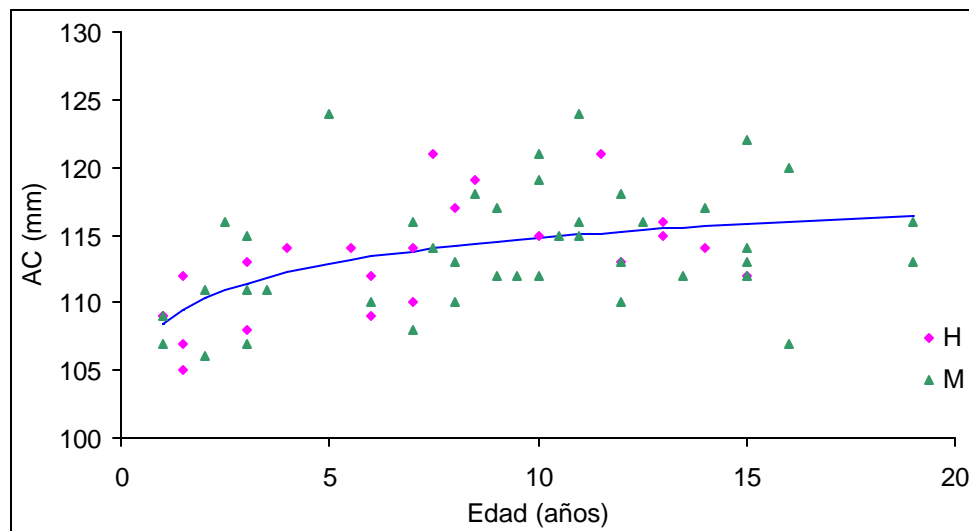


Figura 9. Curva correspondiente al modelo restringido para Altura Craneal (AC)

El análisis del crecimiento del delfín de Héctor dio resultados semejantes a los obtenidos para la tonina overa, en cuanto al crecimiento de machos y hembras, como se puede observar en la Tabla 5 y la Figura 9.

Tabla 5. Estimaciones de los parámetros del modelo de von Bertalanffy, para LT, en *Cephalorhynchus hectori*

PARÁMETROS ESTIMADOS				
	t_0	k	L_∞	p
Hembras	-0.4553	0.2823	139.91	0.232401
Machos	-0.0128	0.0542	129.35	0.056871
Ambos sexos	-0.1311	0.2392	130.19	0.120755

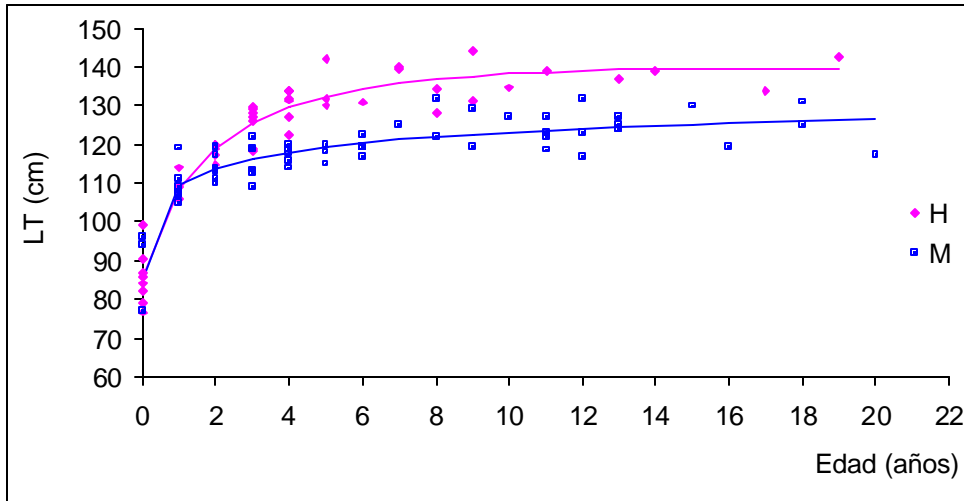


Figura 10. Curvas de crecimiento de hembras y machos en *Cephalorhynchus hectori*.

La prueba del cociente de verosimilitudes llevó a rechazar la hipótesis de que el modelo restringido explica el crecimiento de ambos sexos ($\Lambda = 88.71$, $p \ll 0.0001$). En la Figura 10 se presenta la curva de crecimiento correspondiente al modelo restringido. Se observa que las hembras son más largas que los machos para la misma edad (Figuras 10 y 11, Tabla 5), como ya se observó para la tonina overa.

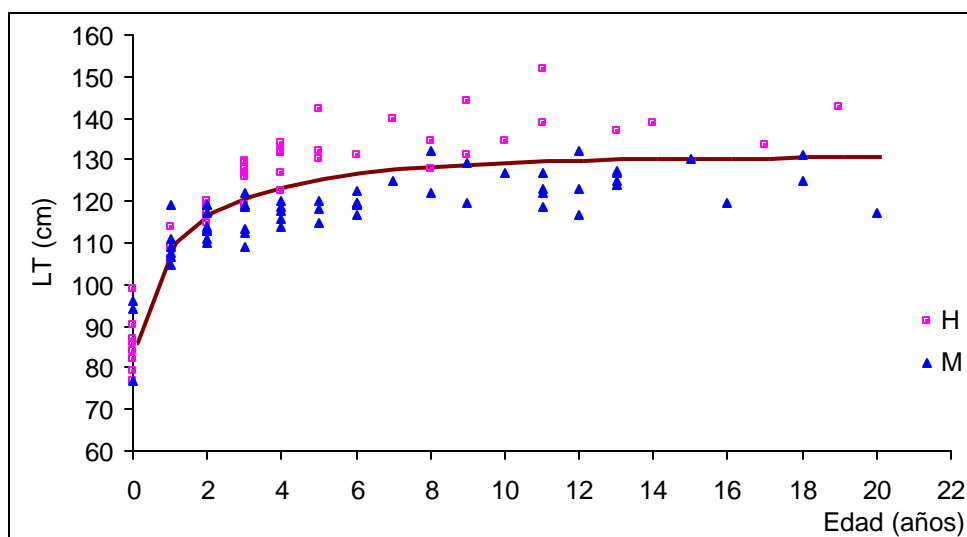


Figura 11. Curva correspondiente al modelo restringido para LT en *Cephalorhynchus hectori*.

DISCUSIÓN

Los mamíferos marinos presentan un patrón de estructura social, en el cual, dependiendo del grado de dimorfismo sexual y del grado de poliginia, las manadas o grupos se estructuran por sexo y/o edad. Los cetáceos responden a este patrón general, mostrando una variación que va de un grado promiscuo de estructura social en algunos delfines y ballenas, hasta un alto grado de poliginia y dimorfismo sexual en algunas especies de delfines. Cuanto más poligínicas y dimórficas mayor es la separación en manadas de distinta edad y sexo (Mesnick y Ralls, 2002; Ralls y Mesnick, 2002).

La estructura social de la tonina overa podría considerarse como típica de sociedad del tipo fusión-fisión. Este tipo de estructura ha sido descrita para la mayoría de los delfines de pequeño tamaño (Bräger, 1999), y se caracteriza por un alto grado de fluidez en la composición de los grupos. Los individuos cambian de grupo permanentemente, aunque existen asociaciones entre individuos que pueden mantenerse en el mediano y largo plazo (Coscarella, 2005).

Es probable que, en la tonina overa, el sistema de apareamiento sea promiscuo, similar al descrito para el delfín de Héctor (Slooten *et al.*, 1993). Por lo cual se

esperaría que la estructura social de la población no se base en la segregación entre clases de edad y sexo.

El dimorfismo sexual observado a nivel de las manchas genitales (Figura 1) es una característica que se repite en las cuatro especies que pertenecen al género *Cephalorhynchus* (Best, 1988; Goodall *et al.*, 1988b; Slooten y Dawson, 1988); sin embargo es en la tonina overa donde estas manchas genitales son más conspicuas. Este tipo dimorfismo en las manchas genitales puede ser importante como señal sexual y en el reconocimiento de los sexos en el momento del apareamiento. Por otro lado también podrían ser útiles para guiar a las crías en la ubicación de las mamas.

El análisis de las medidas craneales no detectó diferencias entre los sexos. Si se observa la Figura 4 se puede ver que los individuos alcanzan la longitud del adulto prácticamente durante los dos primeros años de vida. Esto explica que la mayoría de las variables no varíen con la edad. En las dos únicas variables en las que se detectó una variación con la edad, Ancho Zigomático (AZ) y Altura Craneal (AC), no se encontraron diferencias entre los sexos; aún así se puede ver que la variación en el intervalo de edades considerada es mínima. El tamaño de la muestra no permitió hacer un análisis discriminante entre sexos, sin embargo es probable que un análisis de este tipo tampoco detecte un dimorfismo sexual a nivel craneal. Sin embargo, en el trabajo cotidiano con los cráneos se observa una diferencia entre ambos sexos; que no se detecten estas diferencias a nivel estadístico se puede deber a que las diferencias observadas siguen una relación no lineal, por lo cual resulta conveniente explorar, en una próxima etapa, un análisis de morfometría geométrica el cuál tiene en cuenta relaciones no lineales entre variables (Marcus *et al.*, 1993)

El análisis del crecimiento determina la existencia de un dimorfismo sexual, siendo las hembras más grandes que los machos a la misma edad, tal cual había sido sugerido por Lockyer y colaboradores (1988). Lo mismo se observa en *Cephalorhynchus hectori* tal cual lo había planteado Slooten (1991). Sin embargo en el caso de la tonina overa se observa una mayor dispersión de los datos, y la diferencia entre ambos sexos no es tan notoria como en el caso del delfín de Héctor (Figuras 4 y 10; Tablas 2 y 5). Esto se podría explicar por las diferencias en la calidad del material utilizado en cada uno de los casos, en la tonina overa el material con que se contó provenía de animales

recuperados en playas, muchos de los cuales presentaban señales de descomposición mientras en el caso del delfín de Héctor el material sobre el cual se hicieron las mediciones provenía de capturas incidentales conservadas en frío sin señales de descomposición. Estas diferencias pueden explicar la mayor dispersión en los resultados obtenidos en la tonina overa.

El tipo de dimorfismo observado en ambas especies raramente es el resultado de la selección sexual, y no parece estar relacionada con la dominancia de las hembras o poliandria, según plantea Ralls (1976). Esta autora propone que la presión de selección que favorece a hembras más grandes que los machos, está asociada con el hecho de que, a menudo “una madre grande es mejor madre”. Al observar la curva de crecimiento se ve que las crías alcanzan rápidamente el tamaño del adulto, esto requiere una gran inversión materna en el primer año de vida, lo que justificaría la selección de hembras grandes (Ralls, 1977); más aún en el caso en que éstas compitan por algún recurso.

Resulta más difícil encontrar una explicación para selección de machos más pequeños que las hembras. La estructura social y el sistema promiscuo de apareamiento propuestos tanto para la tonina overa como para el delfín de Héctor, sugieren una explicación plausible. En aquellas especies en las cuales los machos deben desplegar comportamientos de cortejos ágiles, la selección intersexual sería el mecanismo que actúa para que se observe este patrón invertido de dimorfismo sexual (Székely *et al.*, 2004). Este tipo de dimorfismo determina que los machos procuren incrementar sus probabilidades de aparearse mediante el aumento del número de encuentros con hembras sexualmente activas. La observación de fotografías de saltos acrobáticos, tomadas durante estudios de fotoidentificación realizados por el Laboratorio de Mamíferos Marinos, en las cuales se puede observar la mancha genital determinó que el 100% de ellas corresponden a machos (Figura 11). Esta última observación estaría avalando la hipótesis planteada anteriormente, sin embargo se requiere de un estudio específico sobre el tema para poder contrastarla estadísticamente. Por otro lado, el hecho de que las hembras sean más grandes que los machos sugiere que la monopolización de hembras no sea una opción plausible.

Si las hipótesis planteadas anteriormente son ciertas, es probable que, en la tonina overa, se dé un proceso de competencia espermática, como se ha observado en el

delfín de Héctor (Brownell y Ralls, 1986; Slooten, 1990; Slooten y Dawson, 1993). La



Figura 11. Saltos acrobáticos, se observa la mancha genital propia de los machos (Foto: M. A. Coscarella)

información sobre la reproducción y las características de las gónadas a distintas edades en la tonina overa (Collet y Robineau, 1988, Lockyer *et al.*, 1988) a la fecha es fragmentaria y no arroja luz sobre las cuestiones planteadas. Sin embargo si se aplica la relación entre el tamaño de los testículos y el tamaño del cuerpo, planteada por Kenagy y Trombulak (1986), se encuentra que la tonina overa tiene testículos más grandes que los que se esperarían para un mamífero de ese peso (entre 3 y 13 veces más pesados). Esto estaría apoyando la hipótesis de competencia espermática; Danilewicz y colaboradores (2004) encontraron en la franciscana una situación inversa donde la masa testicular es 3 a 12 veces menor que lo esperado para un mamífero de ese tamaño. La variación observada en la masa testicular estaría sugiriendo variaciones estacionales en el tamaño de los testículos, asociada con la época de reproducción. Si

bien los estudios reproductivos en mamíferos marinos están dificultados por la logística asociada a la obtención de las muestras, animales varados en playas o enmallados por las pesquerías, se hace necesario plantear la necesidad de obtener muestras frescas de testículos y ovarios, en distintas épocas del año para poder contrastar la hipótesis de competencia espermática y variación estacional.

La capacidad de producción de espermatozoides es reflejada por el tamaño de los testículos, el cuál debería estar correlacionado con el sistema de apareamiento. En otras palabras para un dado tamaño corporal, el tamaño de los testículos debería estar correlacionado con la promiscuidad de las hembras. Connor y colaboradores (1999) encuentran que la tonina tiene testículos relativamente pequeños si se los compara con especies de los géneros *Lagenorhynchus*, *Delphinus*, *Grampus* y *Orcinus*. Sin embargo estos autores también concluyen que todos los delfines tienen testículos grandes si se los compara con el resto de los mamíferos (Kenagy y Trombulak, 1986). Esto sugiere que la competencia espermática es importante en todos los delfines, y que al menos algún aspecto del apareamiento bajo el agua favorece testículos grandes independientemente de la competencia espermática (Connor *et al.*, 1999). La tonina a su vez tiene bajos valores de dimorfismo sexual en tamaño y testículos relativamente pequeños, por lo cual se espera que exhiban menor competencia espermática y habilidad de combate, al mismo tiempo que el pequeño tamaño favorecería la maniobrabilidad en las peleas entre machos y mayor agilidad en los cortejos.

REFERENCIAS

- Best, P.B. 1988. The external appearance of Heaviside's dolphin, *Cephalorhynchus heavisidii*, (Gray, 1828). Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 9:279-299.
- Bräger, S. 1999. Association patterns in three populations of Hector's dolphin, *Cephalorhynchus hectori*. Canadian Journal Zoology 77: 13-18.
- Brownell, R.L. y Ralls, K. 1986. Potencial for sperm competition in baleen whales. Report of the International Whaling Commission. (Special Issue) 8: 97-112.
- Burnham, K.P. y Anderson, D.R. 2002. Model selection and multimodel inference. A practical information-theoretic approach. 2nd edition. Springer. 488 pag.
- Cerrato, R.M. 1990. Interpretable statistical test for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 1416-1426.
- Collet, A. y Robineau, D. 1988. Data on the genital tract and reproduction in Commerson's dolphin, *Cephalorhynchus commersonii* (Lacépède, 1804), from the Kerguelen islands. Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 9: 119- 141.
- Connor, R.C., Read, A.J. y Wranghan, R. 1999. Male reproductive strategies and social bonds. Cap 10: 247-269. En Cetacean Societies: field studies of dolphins and whales. J. Mann, R.C. Connor, P.L. Tyack, y H. Whitehead (Eds). The University of Chicago Press. 433 pag.
- Conover, W.J. 1999. Practical Nonparametric Statistics. 3^o Edition. John Wiley and Sons, Inc. 629pp.
- Coscarella, M.A. 2005. Ecología, comportamiento y evaluación del impacto de embarcaciones sobre manadas de tonina overa *Cephalorhynchus commersonii* en Bahía Engaño, Chubut. Tesis Doctoral. UBA.
- Danilewicz, D.; Claver, J.A., Pérez Carrera, A.L., Secchi, E.R. y Fontoura, N.F. 2004. Reproductive biology of male franciscanas (*Pontoporia blainvillei*) (Mammalia: Cetacea) from Rio Grande do Sul, southern Brazil. Fishery Bulletin 102 (4): 581-592.
- Goodall, R.N.P., Galeazzi, A.R., Leatherwood, S., Miller, K.W., Cameron, I.S., Kastelein, R.K. y Sobral, A.P.. 1988a. Studies of Commerson's dolphins, *Cephalorhynchus commersonii*, off Tierra del Fuego, 1976-1984, with a review of information on the species in the south Atlantic. Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 9:3-70.
- Goodall, R.N.P., Norris, K.S., Galeazzi, A.R., Oporto, J.A. y Cameron, I.S. 1988b. On the Chilean Dolphin, *Cephalorhynchus eutropia* (Gray, 1846). Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 9:197-257.
- Jefferson, T.A., Leatherwood, S. y Weber M.A. 1993. Fao Species Identification Guide. Marine Mammals of the world. FAO and UNEP. Roma. 320 pag.
- Kaufmann, K.W. 1981. Fitting and using growth curves. *Oecología* 49: 293-299.

- Kenagy, G.J. y Trombulak, S.C. 1986. Size and function of mammalian testes in relation to body size. *Journal of Mammalogy*. 67(1): 1-22.
- Kimura, D.K. 1980. Likelihood methods for the von Bertalanffy growth curve. *Fishery Bulletin* 77(4): 765-776.
- Leatherwood, S., Reeves, R.R. y Foster, L. 1983. *The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins*. Sierra Club Books. San Francisco. 302 pag.
- Lockyer, C., Goodall, R.N.P. and Galeazzi, A.R. 1988. Age and body length characteristics of *Cephalorhynchus commersonii* forma incidentally-caught specimens off Tierra del Fuego. *Rep. int. Whal. Comm. (Special Issue 9)*: 103-118.
- Marcus, L.F., Corti, M., Loy, A., Naylor, G.J.P. y Slice, D.E. 1993. *Advances in morphometrics*. NATO ASI Series. Series A: Life Sciences Vol. 284. Plenum Press. 587 pag.
- Mesnick, S.K. y Ralls, K. 2002. Mating systems. 726-733. En *Encyclopedia of Marine Mammals*. W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (Eds.). Academic Press. 1414 pag.
- Nowak, M. A. y Sigmund, K. 2007. How populations cohere: five rules for cooperation. 7 – 16. En *Theoretical Ecology. Principles and applications*: R. May y A. McLean (Eds). Oxford University Press. 257 pag.
- Norris, K.S. 1961. Standardized methods for measuring and recording data on the smaller cetaceans. *Journal of Mammalogy* 42 (4): 471-476
- Ralls, K. 1976. Mammals with females are larger than males. *The Quarterly Review of Biology* 51: 245-275.
- Ralls, K. 1977. Sexual dimorphism in mammals: avian models and unanswered questions. *The American Naturalist* 111(981): 917-938.
- Ralls, K. y Mesnick, S.L. 2002. Sexual dimorphism. 1071 – 1078. En *Encyclopedia of Marine Mammals*. W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (Eds.). Academic Press. 1414 pag.
- Reeves, R.R., Stewart, B.S., Clapham, P.J. y Powell, J.A. 2002. *National Audubon Society Guide to Marine Mammals of the World*. Alfred A. Knopf, Inc. 527 pag.
- Rice, D.W. 1998. *Marine mammals of the world. Systematics and Distribution*. Special Publication Nº 4. The Society for Marine Mammalogy. 231 pag.
- Ricker, W.E. 1979. Growth rates and models. pp. 677-743. *En: Fish Biology*. Academic Press, Inc. Vol. VIII
- Ridway, S.H. y Harrison, S.R. (Eds). 1998. *Handbook of marine mammals*. Vol. 5 The first book of dolphins. Academic Press. 416 pag.
- Ridway, S.H. y Harrison, S.R. (Eds). 1999. *Handbook of marine mammals*. Vol. 6 The second book of dolphins and the porpoises. 486 pag.
- Robineau, D. 1984. Morphologie externe et pigmentation du dauphin de commerson, *Cephalorhynchus commersonii* (Lacépède, 1804), en particulier celui des îles Kerguelen. *Can. J. Zool* 62: 2465-2475.
- Schnute, J. 1981. A versatile growth model with statistically stable parameters. *Can. J.*

Fish. Aquat. Sci. 38: 1128 - 1140.

Székely, T., Freckleton, R.P. y Reynolds, J.D. 2004. Sexual selection explains Rensch's rule of size dimorphism in shorebirds. *PNAS* 101(33): 12224-12227.

Slooten, E. 1991. Age, growth, and reproduction in Hector's dolphins. *Canadian Journal of Zoology* 69: 1689-1700.

Slooten, E. Dawson, S.M. 1988. Studies on Hector's dolphin *Cephalorhynchus hectori*: a progress report. Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 9:235-338.

Slooten, E. Dawson, S.M. 1993. Associations among photographically identified Hector's dolphin. *Canadian Journal of Zoology* 71: 2311-2318.

Tolley, K.A., Read, A.J., Wells, R.S., Urrian, K.W., Scott, M.D., Irvine, A.B. y Hohn, A.A. 1995. Sexual dimorphism in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from Sarasota, Florida. *Journal of Mammalogy* 76(4): 1190-1198.

Capítulo 4

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA POBLACIONAL

INTRODUCCIÓN

La historia de vida de una especie se define a partir de los parámetros que describen como los individuos distribuyen los recursos para crecer, reproducirse y sobrevivir (Boyd, 2002; Caughley y Sinclair, 1994). Esta distribución de recursos es el resultado de la selección natural que maximiza el éxito reproductivo de los individuos dentro de una especie. El estudio de la historia de vida de una especie determinada permite conocer cuanto viven los individuos que la componen, a que edad son sexualmente maduros y cuando y cuanto se desplazan para encontrar suficiente alimento para sobrevivir (Figura 1) (Chivers, 2002).



Figura 1. Elementos que componen el estudio de la Historia de vida de una especie (Modificado de Chivers, 2002)

Entre las especies de cetáceos, las estrategias de historia de vida son diversas y difieren marcadamente entre los dos subórdenes (Mysticeti y Odontoceti). Esta diversidad da idea del rango de estrategias exitosas que han evolucionado y permitido a los cetáceos vivir en el medio acuático. Los mysticetos comparten características en sus estrategias de vida. Son en general especies de gran tamaño y longevas. La mayoría

de las especies de mysticetos realizan migraciones anuales entre áreas de cria, en aguas trópicas y áreas de alimentación en aguas templadas o polares. En general alcanzan niveles tróficos menores que los odontocetos.

Los tipos de historia de vida de los odontocetos son más variados que los de los mysticetos. La variación va desde especies pequeñas en tamaño, con una longevidad relativamente corta, menos de 24 años, como es el caso de la *Phocoena phocoena* a especies de gran tamaño con una longevidad relativamente alta con más de 70 años (*Physeter macrocephalus*). Ocupan hábitats diversos, yendo desde lo pelágico a lo costero, y desde los estuarios a las aguas dulces.

En detalle se conocen las historias de vida de relativamente pocas especies de cetáceos. Esto se debe en gran parte a que los odontocetos se estudian, en general, a partir de animales capturados incidentalmente por la pesquería, varados en las playas, u observados en vida libre, desde costas, o en cautividad.

Existen características que son comunes a todos los cetáceos. Todas las especies tienen una única cría, relativamente grande y precoz (Chivers, 2002). El tiempo de gestación es de aproximadamente un año. La mayoría de los pequeños delfines tienen períodos de gestación de entre 11 y 12 meses (Perrín y Reilley; 1984); la longitud de este período balancea, en parte, el costo de producir neonatos de tamaño relativamente grande si los comparamos con otras especies de mamíferos.

El tamaño relativo del neonato, en los odontocetos, se encuentra entre el 40 y el 48% del largo de la hembra. Este gran tamaño combinado con su habilidad para nadar y crecer rápidamente, después del nacimiento, incrementa su probabilidad de supervivencia. El período de lactación en este grupo dura, en promedio, aproximadamente un año. En las especies con períodos superiores la inversión maternal adicional, probablemente, incrementa la probabilidad de supervivencia por medio del aprendizaje de comportamientos sociales.

El patrón de crecimiento difiere entre los sexos de muchas especies de cetáceos, resultando en un cierto grado de dimorfismo. Ambos sexos tienen altas tasas de crecimiento durante la lactancia, éste disminuye después del destete y nuevamente

disminuye después de alcanzar la madurez sexual. Sin embargo el sexo que alcanza mayor longitud tiende a crecer por un período de tiempo mayor y puede tener una alta tasa de crecimiento después del destete (Chivers, 2002).

El ciclo reproductivo, para todos los cetáceos tiene tres etapas: un período de gestación, un período de lactación y un período de descanso. Este ciclo de descanso es de 2 años o más para la mayoría de los cetáceos. En la marsopa común (*Phocoena phocoena*) el período dura un año, con 10 meses de gestación. Los pequeños delfines, en general, parecen tener intervalos de cría de entre 2 y 3 años, los que incluyen 11 a 12 meses de gestación y 1 a 2 años de lactación.

El éxito reproductivo varía a lo largo de la vida de la hembra. Inicialmente es relativamente bajo, alcanza su máximo varios años después de alcanzar la madurez sexual y declina con la edad de la hembra. Esto es característico de los grandes mamíferos y se debe, probablemente, a un balance entre el costo de crecer y reproducirse. Los pequeños delfines, que muestran menor dimorfismo, alcanzan la madurez sexual a edades cercanas en ambos sexos. La diferencia es de alrededor de 2 o 3 años (Perrin y Reilly, 1984). La senescencia se ha asociado a estructuras sociales complejas, donde las hembras post-reproductivas tendrían una función, en el grupo, asociada con el incremento de las tasas de supervivencia de los juveniles, dado que participan en el cuidado de jóvenes que no son sus propios hijos (Chivers, 2002).

El conocimiento de las estrategias de historias de vida de las especies provee el fundamento para comprender su demografía. Pues sus historias de vida características reflejan las adaptaciones a un nicho particular, el que está limitado por el ambiente tanto como por su morfología y fisiología.

En este marco conceptual, y ante la falta o atomizada información disponible, sobre la historia de vida de la tonina overa, se plantea la necesidad de construir un modelo demográfico a partir de la estructura explícita de edades. Para poder cumplir con este objetivo

- a) se analizará la estructura de edades de los individuos muertos naturalmente y por captura incidental en las costas de Tierra del Fuego, así como la composición de sexos. Por otro lado se analizará la estructura de edades y la

composición de sexos de la muestra proveniente del Golfo San Jorge, en el centro de Patagonia.

- b) a partir de la estructura de edades obtenida para Tierra del Fuego se estimarán los estadísticos de la tabla de vida.
- c) a partir de la tabla de vida obtenida se realizará la proyección poblacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

• PROPORCIÓN SEXUAL

La muestra utilizada comprende animales muertos naturalmente y capturados incidentalmente en las costas de Tierra del Fuego, durante el período comprendido entre 1977-1995 ($n_f = 49$ y $n_m = 100$). Para la determinación de la edad se utilizó la técnica descrita en el Cap. 2. El mismo procedimiento se llevó adelante con la muestra proveniente del Golfo San Jorge

El análisis de la proporción de sexos se realizó, comparando los sexos por clase de edad. También se analizó la proporción de sexos en la muestra completa; y en la muestra dividida en maduros e inmaduros por sexo (≤ 5 años para las hembras y ≥ 7 años para los machos). Se utilizó la prueba binomial (Conover, 1999) para realizar todos los análisis.

• TABLA DE VIDA

La distribución de edades de la población a la muerte puede ser utilizada para construir una tabla de vida y conocer el patrón de mortalidad (Caughley, 1977) . La validez de una tabla de vida construida a partir de esta información depende del cumplimiento de los siguientes supuestos:

- a) La muestra es representativa de la estructura de edades en la población, o de la frecuencia de edades a la muerte.
- b) Los valores de fecundidad y mortalidad específica por edad han permanecido relativamente constantes en el tiempo y la estructura de edades es estable.
- c) La tasa de incremento de la población es cercana a cero

Es conveniente contar con una estimación independiente de la tasa de incremento, lo que posibilita la corrección de las frecuencias observadas (Krebs, 1989).

En el caso de la tonina overa se trabajó con las frecuencias de edades a la muerte. Considerando que dichas frecuencias representan la información de la mortalidad tanto natural como la provocada por captura accidental en redes de agalla. O sea se trabajó con una serie de mortalidad d_x , calculada como:

$$d_x = \frac{f'_x}{\sum_x f'_x}$$

donde f'_x es la frecuencia de edades a la muerte. La serie de supervivencia se calcula como:

$$l_x = 1 - \sum_0^{x-1} d_x$$

Las tasas de mortalidad edad-específicas q_x , y de supervivencia p_x , se calculan como:

$$q_x = \frac{d_x}{l_x} \quad \text{y} \quad p_x = 1 - q_x$$

Los datos de mortalidad y supervivencia fueron estimados por ajuste al modelo de Siler (1979) de competencia de riesgos ("competing-risk model"). Este modelo usado es adecuado para ajustar patrones de mortalidad esperada de un amplio rango de especies (Siler, 1979; Barlow y Boveng, 1991; Stolen y Barlow, 2003). La supervivencia a la edad x está dada por el producto de tres riesgos:

$$l(x) = l_j(x) \cdot l_c(x) \cdot l_s(x)$$

un riesgo constante que experimentan todas las clases de edad

$$l_c(x) = e^{(-a_2 \cdot x)}$$

un riesgo debido a factores juveniles

$$l_j(x) = e^{\left\{ \left(\frac{-a_1}{b_1} \right) \left[1 - e^{(-b_1 \cdot x)} \right] \right\}}$$

y un riesgo debido a la senescencia

$$l_s(x) = e^{\left\{ \left(\frac{a_3}{b_3} \right) \cdot \left[1 - e^{(b_3 \cdot x)} \right] \right\}}$$

Las tasas de edad específica de supervivencia (p_x) y mortalidad (q_x) se pueden calcular a partir de esta función de supervivencia continua:

$$p_x = (1 - q_x) = \frac{l(x+1)}{l(x)} \quad (1)$$

En una población con una distribución de edades estable y con una tasa de crecimiento r , el número de animales muertos en cada clase de edad (d_x) será proporcional al número de individuos en esa clase por la tasa de mortalidad de la clase de edad:

$$d_x \propto [e^{-rx} \cdot l_x] \cdot q_x \quad (2)$$

Por lo tanto combinando las ecuaciones (1) y (2), la probabilidad de que una dada mortalidad se dé en una clase de edad determinada está dada por la expresión

$$\Pr(x) = \frac{e^{-rx} [l(x) - l(x+1)]}{\sum_{y=0}^w \{e^{-ry} [l(y) - l(y+1)]\}}$$

donde w es la clase de edad máxima. La verosimilitud de una distribución de edades a la muerte es en consecuencia

$$L(n) = \prod_{x=0}^w [\Pr(x)]^{n_x}$$

donde n_x es el número de muertes observadas a la edad x ; y n es el vector de n_x .

Los cinco parámetros del modelo de Siler se estimaron ajustando la distribución de edades a la muerte maximizando el logaritmo de esta función de verosimilitud, para ello se usó el módulo Solver del Excel®. A partir de la estimación de los parámetros de Siler se estimaron los valores de l_x . Se trabajó con $r = 0$.

Se realizó una estimación de r independiente; para ello se estimó r como la pendiente de la abundancia relativa, pesada por el esfuerzo realizado, en función del año, con información proveniente de Bahía Engaño. Este análisis se realizó con información de APUE de tres años consecutivos (1999-2001) (datos no publicados LAMAMA).

Se compararon los valores de l_x obtenidos con el modelo propuesto para *Cephalorhynchus hectori* por Slooten y Lad (1991). Los valores de los parámetros utilizados corresponden a la foca peletera del norte (*Callorhinus ursinus*) con modificaciones, se trabajó con la edad normalizada (Barlow y Boveng, 1991) dividiéndola por la longevidad ω . Se consideró ω como la edad debajo de la cual se encuentra el 99% de las edades de la muestra (percentil 99 de la distribución de

frecuencias de edad) (Barlow y Boveng, 1991); en el caso bajo estudio ? se tomó como 17 años.

Los estadísticos restantes de la tabla de vida (d_x , q_x y p_x) se calcularon según Caughley (1977), a partir de los valores de supervivencia (l_x) predichos por el modelo de Siler. El número de descendientes hembras por hembra de edad x , m_x se considero constante en el intervalo de edades [5–17] años, e igual a 0.25.

La edad de madurez se consideró entre los 5 y 7 años para las hembras y de 7 a 9 años para los machos (Lockyer *et al.*, 1988). La falta de material fresco de gónadas impidió hacer un análisis histológico para estudiar la presencia de cuerpos blancos o lúteos en los ovarios y presencia de espermatozoides, diámetro de túbulos, lumen y tejido intersticial en testículos y epidídimos.

- **PROYECCIÓN POBLACIONAL**

A partir de la estructura de edades obtenida se estimaron los parámetros de la matriz de Leslie (Leslie, 1945), bajo el supuesto que la muestra fue tomada después de la temporada reproductiva. Se estimó la tasa finita de crecimiento ?, considerando la edad de primera parición en 5 años.

Se supuso una relación de sexos 1:1 al momento del nacimiento. Si la supervivencia y la fertilidad permanecen constantes a lo largo del tiempo, la población alcanza una estructura de edades estable y ? es el autovalor dominante de la matriz de proyección (Caswell, 2001). Para la construcción y proyección de la mencionada matriz, como así también la obtención de los parámetros poblacionales, se utilizó el módulo de Excel PopTools versión 2.5.9 (Hood, 2003).

Se estimaron los siguientes parámetros poblacionales a partir de la tabla de vida construída y su respectiva matriz poblacional.

r : tasa intrínseca de incremento

?: tasa finita de crecimiento

R_0 : tasa de reproducción neta, número medio de individuos de la clase 0 producidos por un organismo medio durante su vida (Caughley, 1977; Rabinovich, 1980; Pianka, 1982).

\bar{T} : tiempo generacional, edad media parental en la cual nacen los individuos de la progeie (Caughley, 1977; Rabinovich, 1980; Pianka, 1982).

Se estimó, también, el vector valor reproductivo (Rabinovich, 1980; Pianka, 1982) que representa el número relativo de hembras que todavía le queda por producir a cada una de las hembras de edad x . Por otro lado se calculó el vector estable de edades, éste se comparó con el teórico propuesto por Sloaten y Lad (1991) para el delfín de Hector, mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras independientes.

El modelado matricial de una población centra su atención en la relación de los parámetros demográficos con los cambios poblacionales (Caswell, 2001; Link y Doherty, 2002), medida como la tasa finita de incremento poblacional (λ). En particular, el análisis de sensibilidad se enfoca en los efectos sobre la población provocados por los cambios en estos parámetros específicos (De Kroon *et al.*, 1986; Benton y Grant, 1999; Caswell, 2000, 2001; Link y Doherty, 2002). La sensibilidad de la tasa de incremento poblacional debida a un parámetro demográfico (θ) está definida como la tasa incremental de cambios en λ debida a cambios en θ

$$\text{Sensibilidad } (\lambda, \theta) = \frac{\partial \lambda}{\partial \theta}$$

La comparación de las sensibilidades debidas a varios parámetros demográficos son complicadas por razones de escala, por ejemplo un cambio absoluto de 0.10 en la tasa de supervivencia difícilmente puede compararse con un cambio absoluto de 0.10 en la fecundidad. Con el objetivo de hacer comparaciones parece más razonable describir los efectos de cambios proporcionales en los parámetros demográficos (De Kroon *et al.*, 1986; Benton y Grant, 1999; De Kroon *et al.*, 2000; Caswell, 2000, 2001; Link y Doherty, 2002). Estos cambios proporcionales están basados en las elasticidades definidas como:

$$\text{Elasticidad } (\lambda, \theta) = \frac{\partial \log(\lambda)}{\partial \log(\theta)}$$

La sensibilidad y la elasticidad están relacionadas

$$\text{Elasticidad } (\lambda, \theta) = \frac{\partial \log(\lambda)}{\partial \log(\theta)} = \frac{\frac{\partial \lambda}{\lambda}}{\frac{\partial \theta}{\theta}} = \frac{\theta}{\lambda} \text{ Sensibilidad } (\lambda, \theta)$$

Esta última expresión explicita la interpretación de la elasticidad como una tasa

incremental de cambio proporcional de λ relacionado con una tasa incremental de cambio proporcional en θ .

Se realizó un análisis de elasticidad de λ a cambios en la fertilidad específica y a cambios en la supervivencia específica por edad (De Kroon *et al.*, 1986; Caswell y Trevisan, 1994; Benton y Grant, 1999; Tuljapurkar y Caswell, 1997; De Kroon *et al.*, 2000; Caswell, 2001; Yearsley, 2004). Las elasticidades de λ se calcularon a partir de un modelo denso independiente e invariante en el tiempo. Se compararon los resultados obtenidos con el análisis de elasticidad de λ para los mismos parámetros, en *Orcinus orca* (Caswell, 2001); para realizar este análisis se tomaron los datos del trabajo de Olesiuk y colaboradores (1990) y se estandarizó la edad con Ω (75.5 años) para que los datos fueran comparables.

RESULTADOS

• PROPORCIÓN SEXUAL

La edad promedio de las hembras fue de 5.8 años mientras que para los machos fue de 8.1 años. La edad máxima registrada en las hembras fue de 18 años, mientras que para los machos fue de 19 años. El análisis de frecuencias de edades por clase edad dio no significativo en todos los casos ($p < 0.05$), salvo en la clase edad 12. Por lo que se puede concluir que la relación de sexos fue 1:1 en todas las clases de edad (Prueba binomial, $p > 0.05$) menos en la clase 12, donde la relación fue de 1:2 (hembras:machos) (Prueba binomial, $p > 0.05$) (Figura 2). La proporción de sexos en la muestra global fue de 1:2 (hembras: machos) (Figura 3) (Prueba binomial, $p > 0.05$). La distribución de edades en la muestra completa se observa en la Figura 2, donde la clase 0 está subrepresentada.

Por otro lado se observa que el grupo de hembras maduras está subrepresentado en la muestra, en particular a partir de la clase de edad 7. Estudios preliminares de la muestra de hembras determinan que la estructura de edades no tiene suficiente número de hembras maduras para sostener a la población. Todas las pruebas realizadas arrojaron una tasa de crecimiento negativa y su extinción en pocos años. Ese patrón no

se observa en los machos, donde la distribución de edades es más homogénea, con una mayor representatividad de cada clase de edad en la muestra (Figura 2, ANEXO I).

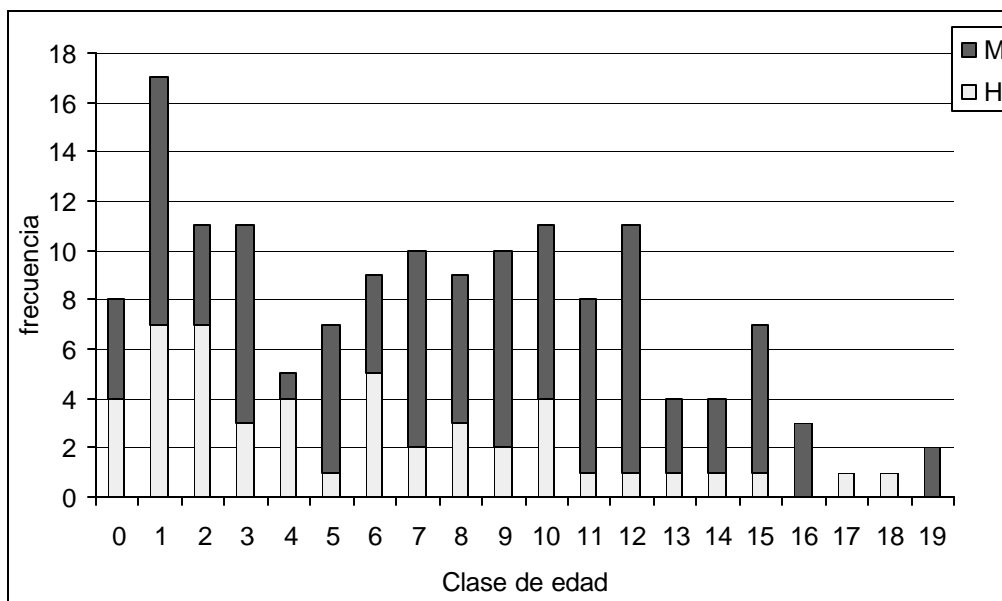


Figura 2. Relación de sexos por clase de edad.

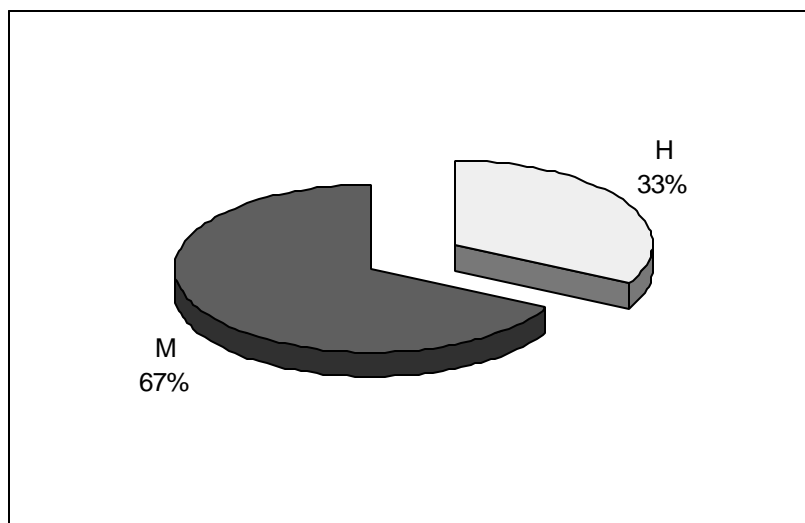


Figura 3. Proporción de sexos en la muestra total

La relación de sexos, considerando a los individuos como inmaduros y maduros, mostró una relación 1:1 (Prueba binomial, $p > 0.05$) dentro del grupo de inmaduros y una relación 1:2 (Prueba binomial, $p > 0.05$) en los maduros (Figura 4). La relación hembras maduras a hembras inmaduras fue 1:1 (Prueba binomial, $p > 0.05$), mientras que en los machos esta relación fue de 2:1 (Prueba binomial, $p > 0.05$) (Figura 5).

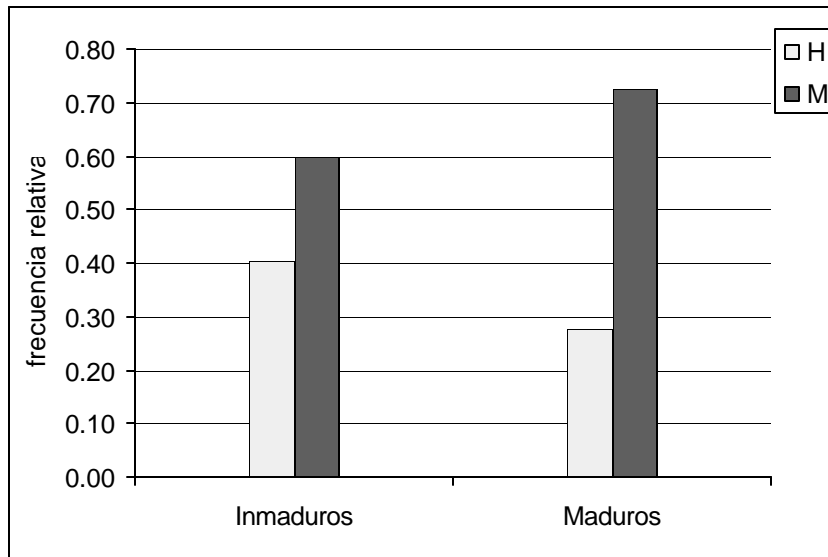


Figura 4. Relación de sexos en función del grado de madurez

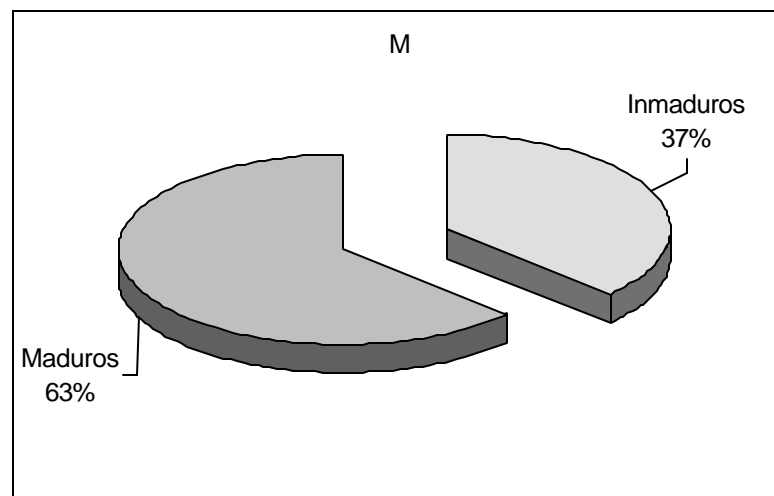


Figura 5. Relación de individuos maduros a inmaduros en machos

- **TABLAS DE VIDA**

Otros autores ante una situación similar de sesgos en la estructura de edades de las hembras utilizaron información de las curvas de supervivencia de mujeres (antes de la medicina moderna), monos del viejo mundo, foca peletera (*Callorhinus ursinus*), delfines de flanco blanco (*Lagenorhynchus obliquidens*) (Dans, 1999; Secchi, 1999), el thar del Himalaya (*Hemitragus jemlahicus*) (Woodley y Read, 1991), para construir la curva de supervivencia de *Lagenorhynchus obscurus*, *Pontoporia blainvillei* y *Phocoena phocoena*, respectivamente. En el presente trabajo se utilizó la estructura de edades a

la muerte de los machos como representativa de la estructura de edades de las hembras en la población. Se construyó también la tabla de vida con los valores de l_x obtenidos a partir del modelo propuesto por Slooten y Lad (1991) para el delfín de Héctor, una especie perteneciente al mismo género que la tonina overa y con características biológicas semejantes. Slooten y Lad (1991) construyen la curva de supervivencia de *Cephalorhynchus hectori* a partir de la curva de supervivencia de la foca peletera del norte (*Callorhinus ursinus*)

El parámetro r estimado con la información proveniente de Bahía Engaño no mostró diferencias significativas con cero ($p > 0.3$) (Figura 6). Por lo cual se puede asumir que la tasa de incremento de la población es cero o cercana a cero. Los parámetros estimados del modelo de Siler, considerando 5 años como la edad de primera parición se presentan en la Tabla 1. También se presenta el modelo teórico propuesto por Slooten y Lad (1991) para el delfín de Héctor, recalculado en este trabajo considerando las características de longevidad de la tonina overa (Barlow y Boveng, 1991). Con estos parámetros se obtuvieron los valores de l_x para cada una de las estructuras consideradas, a partir de los cuales se calcularon los restantes estadísticos de la tabla de vida (Figuras 7 y 8; Tabla 2).

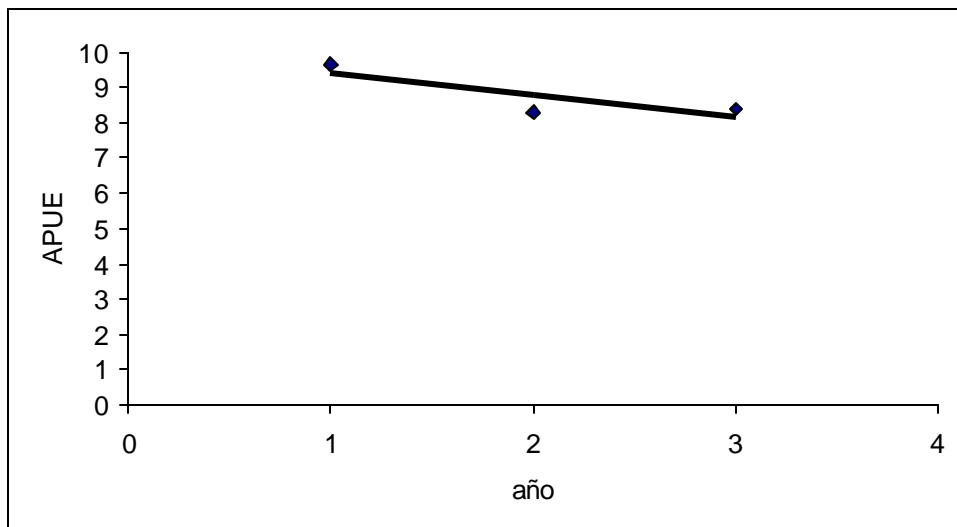


Figura 6. Regresión de APUE (nº de animales por hora de esfuerzo de avistamiento) en función del año (período 1999-2001).

Tabla 1. Parámetros de Siler estimados para cada estructura de edades estimadas considerando 5 años la edad de primera parición.

Parámetros del Modelo de Siler	Machos	Teórico
a1	0.16671187	4.781
a2	0	0.057
a3	0.03006918	0.0121
b1	1.29877905	10.259
b3	0.19205188	6.6878
r	0	

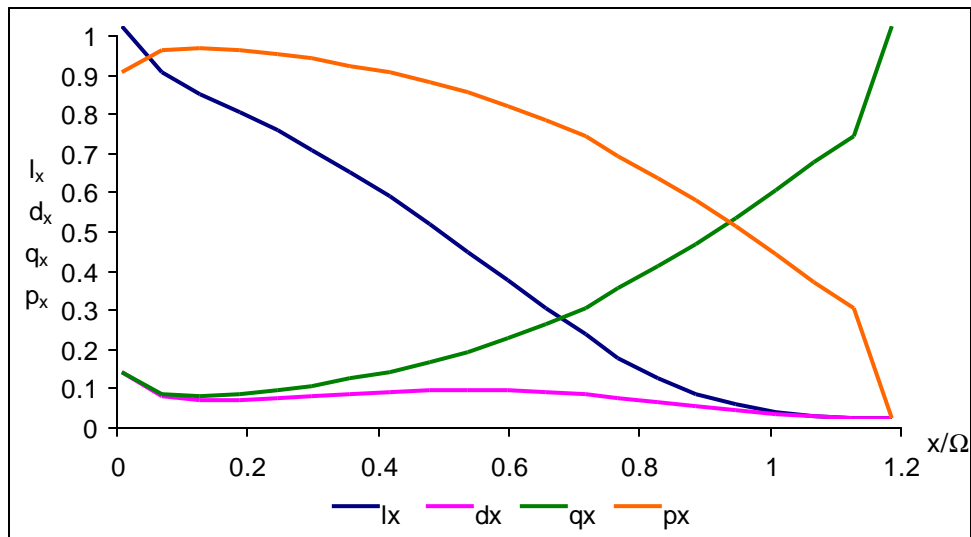


Figura 7. Supervivencia (l_x), mortalidad (d_x), tasa de mortalidad (q_x) y tasa de supervivencia (p_x) (edad de primera reproducción 5 años) de la tonina overa.

La curva de supervivencia correspondiente a la estructura de edades de la tonina overa, al considerar como edad de primera reproducción 5 años (Figura 9), presenta un patrón casi constante a lo largo de las clases de edad [1 –20]. En el intervalo de edades [7 –20] la curva teórica alcanza valores superiores a los valores estimados, mientras que en el intervalo [0 – 7] es la curva de la Tonina overa la que alcanza valores de supervivencia superiores. Las curvas correspondientes a los restantes estadísticos de la tabla de vida se presentan en el ANEXO II.

Tabla 2. Estadísticos de la Tabla de vida (edad de primera parición 5 años)

edad/ Ω	l_x	d_x	q_x	p_x
0	1	0.119	0.119	0.881
0.06	0.881	0.056	0.064	0.936
0.12	0.825	0.045	0.054	0.946
0.18	0.781	0.046	0.059	0.941
0.24	0.734	0.051	0.069	0.931
0.29	0.683	0.057	0.083	0.917
0.35	0.627	0.062	0.100	0.900
0.41	0.564	0.067	0.119	0.881
0.47	0.497	0.071	0.143	0.857
0.53	0.426	0.073	0.170	0.830
0.59	0.353	0.072	0.202	0.798
0.65	0.282	0.068	0.240	0.760
0.71	0.214	0.061	0.283	0.717
0.76	0.157	0.051	0.331	0.669
0.82	0.103	0.040	0.386	0.614
0.88	0.063	0.028	0.446	0.554
0.94	0.035	0.018	0.511	0.489
1	0.017	0.010	0.580	0.420
1.06	0.007	0.005	0.651	0.349
1.12	0.003	0.002	0.720	0.280
1.18	0.001	0.001	1.000	0.000

l_x supervivencia estimada; d_x supervivencia estimada; q_x tasa de mortalidad estimada; p_x tasa de supervivencia estimada; Ω longevidad

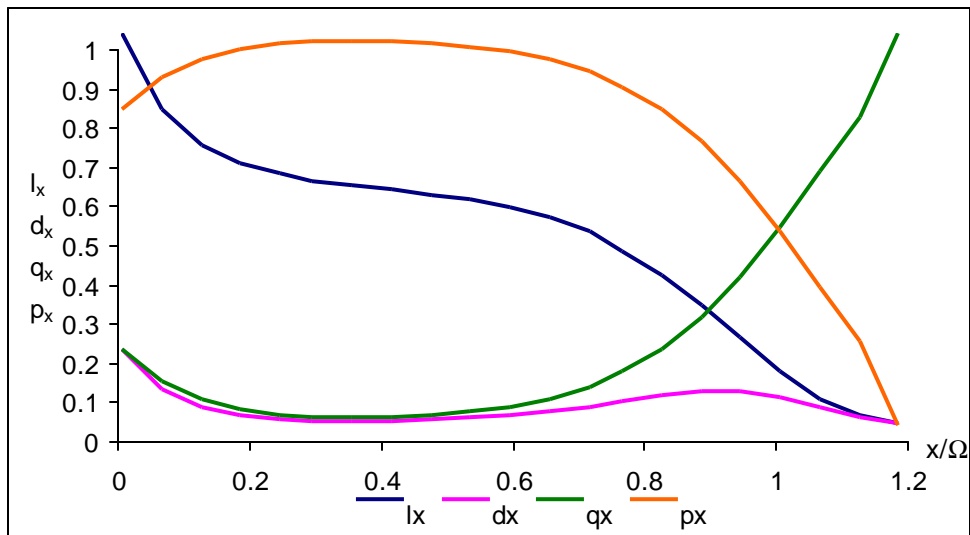


Figura 8. Supervivencia (l_x), mortalidad (d_x), tasa de mortalidad (q_x) y tasa de supervivencia (p_x) (edad de primera reproducción 5 años) modelo teórico propuesto por Slooten y Lad (1991).

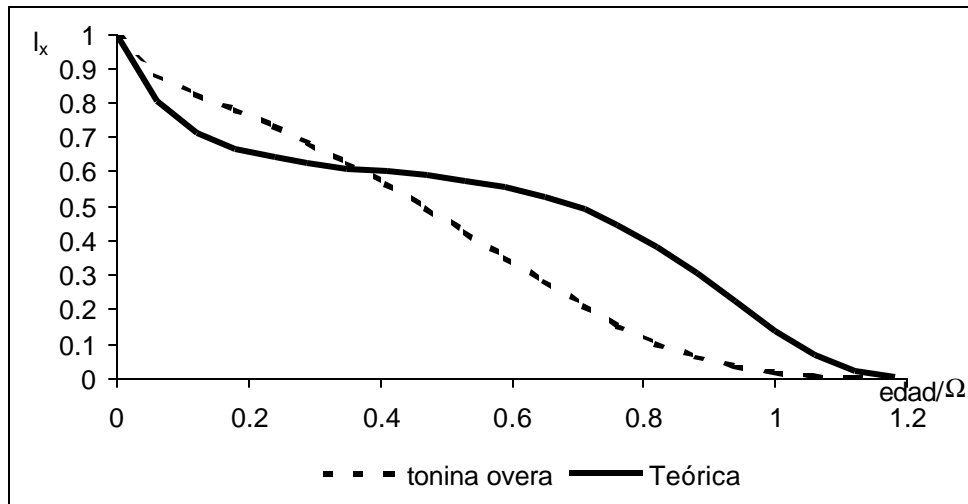


Figura 9. Supervivencia estimada por clase de edad (edad de primera parición 5 años)

- **PROYECCIÓN POBLACIONAL**

Se observa que las estructuras de edades correspondientes a Tonina overa y Teórica se corresponden con una población estacionaria en el primer caso y en el segundo con una en crecimiento (Tabla 3), siendo el valor r estimado dos órdenes de magnitud menor que el valor teórico. El valor de la tasa de reemplazo (R_0) es cercano a la unidad en el caso de la tonina overa, superando este valor, en un 50%, en el caso teórico. El tiempo generacional \bar{T} estimado es superior en la estructura de edades teórica.

Tabla 3. Tasa finita de crecimiento (?), tasa intrínseca de crecimiento (r), tasa de reproducción (R_0) y tiempo generacional (\bar{T}) (La primera columna representa la edad de primera parición)

		?	r	R_0	\bar{T}
5 años	Tonina overa	1.0005	0.0005	1.00449	8.30
	Teórico	1.0445	0.0435	1.51939	9.37

Los vectores estables para cada una de los escenarios considerados se presentan en la Figura 10. El vector estable correspondiente a la estructura de edades tonina overa tiene un comportamiento semejante al de la estructura Teórica, aunque el primero alcanza valores menores en el intervalo [1 – 8] años. No se encontraron diferencias

significativas entre ambos vectores estables de edad (Prueba de Kolmogorov – Smirnov, $p > 0.10$).

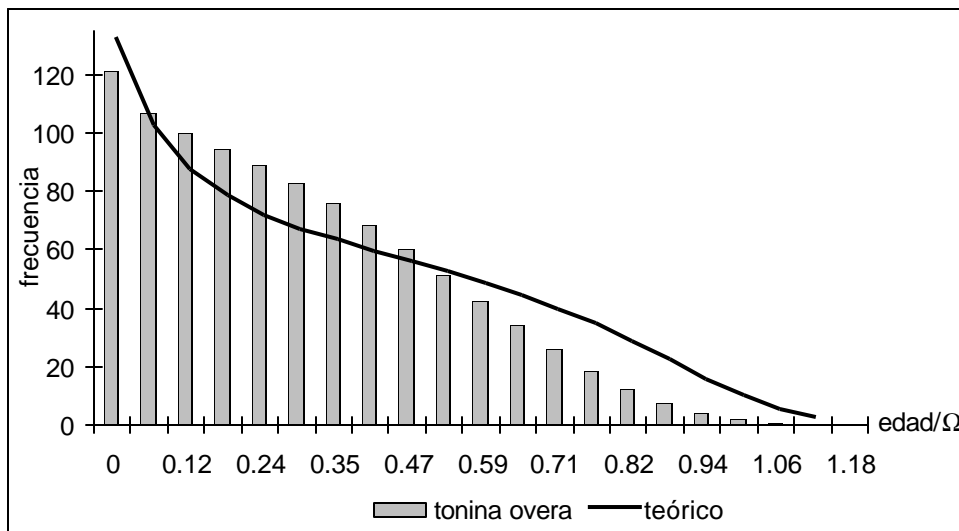


Figura 10. Vector estable de edades

Con respecto al valor reproductivo se puede observar que si bien ambas curvas alcanzan el máximo valor a la edad 6 años, la estructura Teórica alcanza valores mayores que los de la estructura Tonina overa, en el intervalo de edades [2 – 15]; esta situación se invierte en el intervalo [0 - 2] (Figura 11).

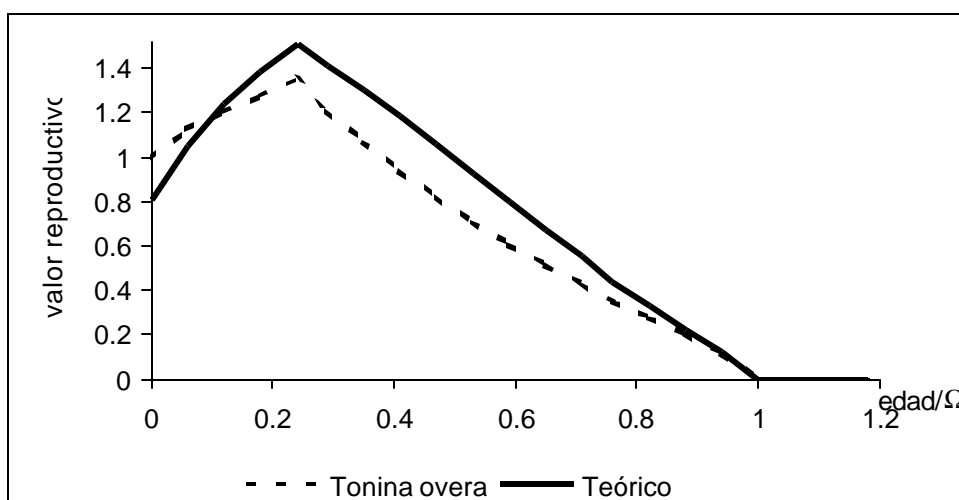


Figura 11. Valor reproductivo (v_x) de las hembras construido a partir de la estructura de edades de Tonina overa y Teórica

El análisis de elasticidad muestra que los cambios en la supervivencia específica son más importantes que los cambios en la fertilidad específica (Figura 12). Cuando se

compara el efecto sobre λ de la fecundidad específica de la estructura Tonina overa con el de la estructura Teórica se puede observar que efecto debido a esta última es menor que el de Tonina overa (Figura 13), salvo en el intervalo de edades [10 – 16] donde alcanza valores levemente superiores. Los efectos de la supervivencia específica sobre λ para ambos modelos son prácticamente iguales (Figura 14); el efecto sobre λ de la supervivencia en la tonina overa es un 2% mayor que el teórico en el intervalo [0 – 5] situación que luego se invierte.

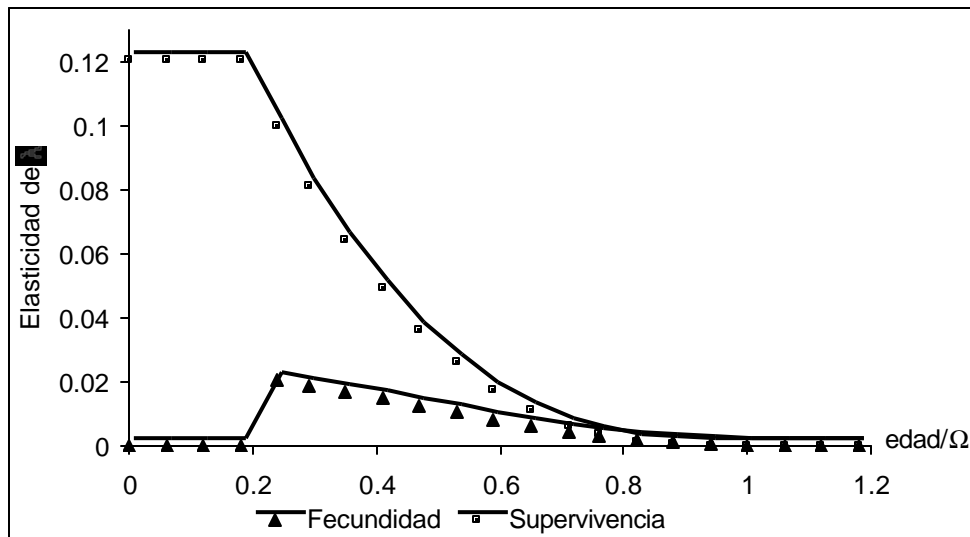


Figura 12. Elasticidad de λ debida a la fertilidad y la supervivencia específica en tonina overa

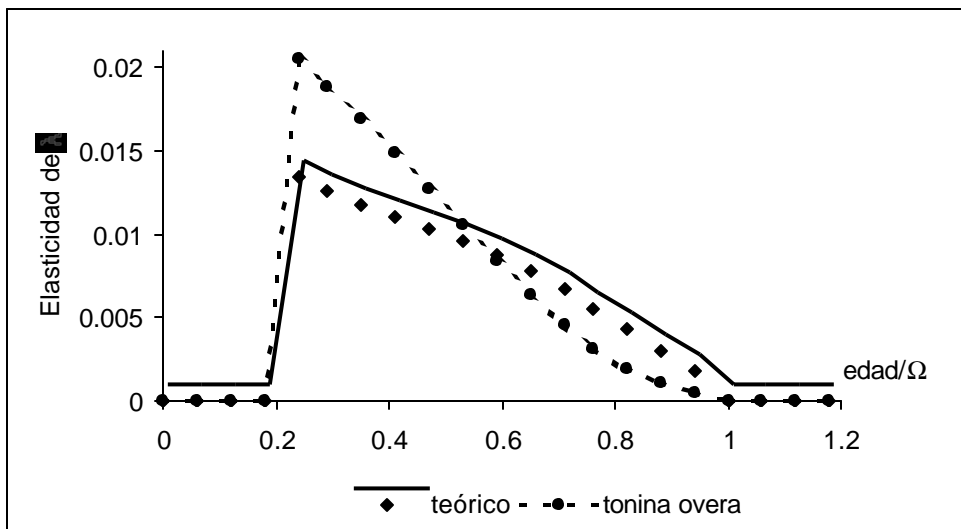


Figura 13. Elasticidad de λ debida a cambios en la fecundidad específica estructuras de edades de Tonina overa y Teórica

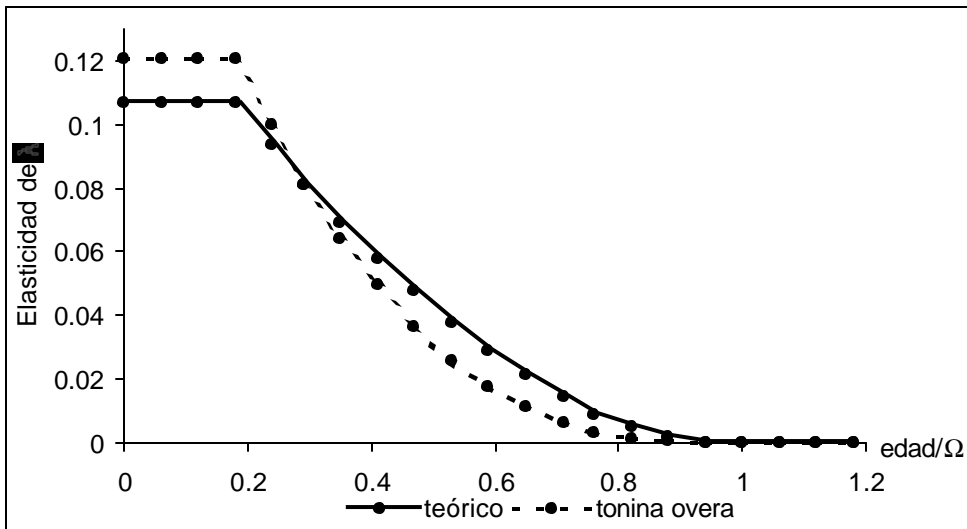


Figura 14. Elasticidad de λ debida a cambios en la supervivencia específica estructuras de edades de Tonina overa y Teórica

La comparación de la tonina overa con la orca, a nivel de elasticidad, muestra que tanto cambios en la fecundidad como la fertilidad producen cambios mayores en la tonina overa que en la orca (Figura 12 y 15). Se puede observar que el efecto de la supervivencia sobre λ disminuye más abruptamente al igual que el efecto de la fertilidad, en la orca que en la tonina overa. Alcanzando valores casi nulos, en la orca, a un tercio de la edad máxima; mientras que en la tonina overa alcanza estos valores a tres años de alcanzar la edad máxima (ANEXO III).

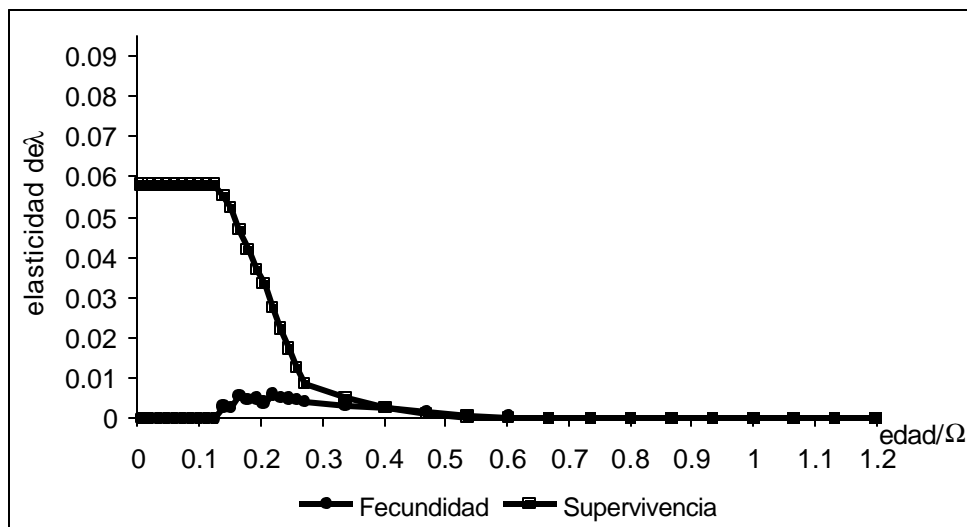


Figura 15. Elasticidad de λ debida a la fertilidad y la supervivencia específica en orca

DISCUSIÓN

Los análisis realizados en cuanto a la proporción sexual en la muestra, así como aquellos llevados adelante con relación al estado de madurez de los individuos permiten inferir que la muestra presenta un sesgo, estando la fracción hembras subrepresentada, en particular las hembras maduras. Este sesgo se puede deber a una respuesta comportamental y/o a una segregación sexual de la población, lo que podría determinar que las hembras maduras se distribuyan en sectores más alejados de la costa. Esta distribución espacial no se condice con un comportamiento asociado a la protección de las crías, las que estarían sujetas a mayor predación si se encuentran en áreas alejadas de zonas de baja profundidad. Por lo cual sería de esperar que las hembras maduras con crías elijan áreas cercanas a la costa pero alejadas de los grupos de machos y de los individuos juveniles. Por otro lado es digno de destacar que el área de muestreo coincide con una zona de actividad de la pesquería artesanal. Esta pesquería en Tierra del Fuego opera en forma estacional, durante el verano que coincide con la época de pariciones (Goodall, 1994). Este comportamiento de segregación no se observa en los machos, quienes probablemente se desplacen entre distintas áreas reproductivas. Sin embargo el sesgo bien podría deberse también a un problema de muestreo o a una combinación de causas. La colecta de los animales muertos en la costa no tiene una sistematicidad y un esfuerzo sostenido y constante. Debido a ello no es impensable que la colecta hubiera sido diferencialmente afectada para machos y hembras

La relación de sexos a la muerte de 1 hembra cada 2 machos, es inversa a la obtenida con estudios genéticos, en los cuales se obtuvo una relación de 2 hembras por cada macho (Coscarella com. per). Cabe destacar que estos estudios se llevaron adelante a partir de un muestreo realizado sobre la población viva, por lo cual es de esperar una mortalidad diferencial de los machos con respecto a las hembras. Esto se condice con los resultados discutidos en el Capítulo anterior sobre la alta movilidad de los machos para aumentar la probabilidad de encuentros con hembras sexualmente activas.

Los sesgos observados en la proporción sexual llevaron a analizar la estructura de edades de los machos considerando que podía ser representativa de la estructura de edades de las hembras de la población, sin perjuicio que deban rehacerse en el futuro

tanto las tablas de vida como las proyecciones poblacionales una vez colectada una muestra de hembras menos sesgada. Los argumentos que permitirían utilizar la muestra de machos como representativa de la población se basan en que no se esperaría que las estructuras de machos y de hembras fueran esencialmente diferentes ya que la tonina overa no tiene un dimorfismo pronunciado y por lo tanto es de esperar que no haya una mortalidad diferencial por sexos. Sin embargo, como ya se ha expresado parece existir evidencia de una mortalidad diferencial entre sexos. A partir de estas consideraciones debería tomarse con precaución cualquier conclusión basada en la construcción de la tabla de vida y la proyección poblacional, utilizando la estructura de edades de los machos.

Esta estructura de edades, con edad de primera parición 5 años, se corresponde con la de una población estacionaria. Esta estructura llevó a la obtención de parámetros más cercanos, en sus valores, a los correspondientes a la estructura teórica propuesta por Sooty y Lad (1991) para el delfín de Héctor, que corresponde a una población en crecimiento. Las diferencias observadas no parecen deberse a las limitaciones del análisis, esto es la falta de información sobre los valores de m_x .

Los valores de r y de λ obtenidos a partir de la proyección matricial, para las dos estructuras de edades se encuentran dentro del intervalo propuesto para el delfín de botella, $r \in [0.00; 0.046]$ (Stolen y Barlow, 2003) en la zona de la Florida. Sus valores máximos son menores que los observados para el delfín nariz de botella.

El valor de la tasa de reproducción (R_0) indica que cada individuo es reemplazado por un individuo, mientras que en la estructura teórica es reemplazado por 1.5 individuos. Este valor de R_0 es menor que el obtenido para la orca y el calderón tropical (Tabla Parámetros Mamíferos Marinos, en Anexo IV). Los tiempos generacionales (\bar{T}) indican que el valor hallado para la tonina overa es comparable con el de la orca y con el de la foca peletera del norte (Heppell *et al.*, 2000 a), correspondiendo a aproximadamente la mitad de la edad máxima de reproducción, mientras que es mayor que en el calderón tropical que tiene un \bar{T} que es un tercio de la edad máxima. El resto de los mamíferos marinos presenta tiempos generacionales menores, de aproximadamente un tercio. La tonina overa es la que presenta el mayor tiempo

generacional. Con respecto al valor de la tasa finita de crecimiento (λ) se puede observar que éste es similar a los obtenidos para otros cetáceos y mayores que los hallados para los otaridos y los fócidos estudiados (Anexo IV).

En los escenarios analizados se alcanza un vector estable de edades cuya estructura se puede considerar igual, lo que permite suponer que el modelo propuesto por Slooten y Lad (1991) para el delfín de Héctor también es aplicable a la tonina overa. En cuanto al valor reproductivo (v_x) se observa que el comportamiento para las estructuras de edades consideradas es muy semejante siendo la clase edad 4 la más importante. Por lo cual se puede plantear que las clases de edad juveniles son claves en el momento de establecer normas de manejo de esta especie.

A partir de las consideraciones anteriores, se puede inferir que la población de hembras debería tener valores de l_x semejantes a los propuestos para el delfín de Héctor, aunque con un valor de en la tasa de crecimiento poblacional menor al que surge de esta curva de supervivencia. En la actualidad no existe evidencia de que la población se encuentre en crecimiento.

El análisis de elasticidad indica que la supervivencia y la fertilidad específicas son factores que afectan a λ . Teniendo en cuenta que el manejo de poblaciones requiere que se identifique cual debe ser foco del esfuerzo de manejo, este tipo de análisis es una herramienta importante para contestar esta pregunta, pues estima el efecto de un cambio proporcional en las tasas vitales sobre la tasa de crecimiento poblacional (λ) (Caswell, 1989; De Kroon *et al.*, 1986). Se puede ver que cambios en la supervivencia específica provocan cambios cercanos al 12% en λ . Esto estaría indicando que pequeños cambios en la supervivencia de los juveniles pueden afectar marcadamente el crecimiento poblacional. Los cambios en la fertilidad específica no provocan cambios en λ superiores al 2% en la estructura de edades considerada.

La fertilidad contribuye más a la tasa de crecimiento poblacional en poblaciones con edad temprana de maduración y tiempos cortos generacionales. En especies longevas que maduran tarde y tienen pocas crías, la fecundidad y la supervivencia de los recién nacidos son menos críticas que la supervivencia de juvenil a maduro. Así, incrementando la supervivencia juvenil (cualitativamente) a través de grandes tamaños

en los recién nacidos, tamaños de camada pequeños y cuidados parentales, tienen mayor éxito reproductivo (Heppell *et al.*, 2000a). Al comparar los efectos de cambios en la fertilidad y en la supervivencia sobre λ , en la orca y en la tonina overa, se puede observar que estas diferencias son de un orden de magnitud y probablemente se deban a distintas estrategias de vida, la orca es una especie longeva (edad máxima 90 años) con un período de senescencia, la tonina overa en contraste tiene una expectativa de vida mucho menor (edad máxima 19 años) y no se sabe al momento de la existencia de individuos senescentes en la población. Por otro lado, la estructura social de ambas especies es totalmente diferente. Ambas especies tienen una sola cría en cada parición, con un intervalo de cría de 5 años en promedio para la orca (Olesiuk *et al.*, 1990) y de 2 años para la tonina. Este intervalo de cría implica que hay una mayor inversión maternal en la orca que en la tonina, esa mayor inversión probablemente se deba al tipo de estructura social de la orca, donde la cría debe aprender un comportamiento social dentro de la manada. La tonina overa no posee una estructura social de este tipo, no forma grupos estables en el tiempo, los que están formados por 2 o 3 individuos que se intercambian. Sin embargo en la tonina overa hay una gran inversión maternal durante el primer año de vida de la cría ya que esta alcanza en los dos primeros años de vida el tamaño del adulto (Capítulo 3). De acuerdo al intervalo de cría en ambas especies cada hembra tendría a lo largo de su vida reproductiva a lo sumo 5 crías. Se puede ver que en ambas especies la supervivencia de los juveniles hasta que entran en la madurez sexual es el factor que más afecta a λ . De la misma manera la fertilidad específica alcanza su máximo efecto sobre λ , en ambas especies también a la edad que se produce el paso de juvenil a individuo maduro, aunque en la orca el orden de magnitud del efecto es de aproximadamente un tercio cuando se compara con el de la tonina.

El análisis prospectivo indica que la tonina overa tiene una estrategia semejante a las de aquellas especies que maduran tarde y tienen pocas crías, y donde la supervivencia de juvenil a individuo maduro es crítica, lo que lleva a un comportamiento que incrementa la supervivencia de los juveniles a nivel cualitativo asociado a una mayor inversión maternal. Sin embargo, es digno destacar que el análisis prospectivo explora la dependencia de la tasa de crecimiento poblacional de los parámetros vitales, que se suponen constantes al mismo tiempo que se asume que la población tiene un incremento densoindependiente. Pero en las poblaciones naturales las tasas vitales

raramente permanecen constantes, pues experimentan fluctuaciones en las condiciones ambientales que llevan a una variación estocástica en los parámetros demográficos. Por otro la densodependencia da lugar a cambios en los parámetros demográficos (Grant y Benton, 2000; Heppell et al, 2000 a, b). O sea que las conclusiones presentadas en este trabajo son válidas en tanto y en cuanto las condiciones ambientales actuales se mantengan constantes en el tiempo.

Crespo y colaboradores (1994) analizan la estructura de la captura incidental de 9 toninas overas (7 ♀ y 2 ♂) en redes de arrastre (pelágicas nocturnas a langostino). De las 7 hembras capturadas, 4 eran individuos maduros de más de 9 años de edad y 3 correspondieron a individuos inmaduros de 5 años o menos de edad. Se puede ver, por otro lado, que el 43% de la captura de hembras se corresponde con individuos de alto valor reproductivo, al mismo tiempo que se corresponden a edades cuya supervivencia afecta la tasa de crecimiento poblacional, de acuerdo al análisis prospectivo realizado. Hay que tener en cuenta que este tipo de arte se dejó de usar para la captura de langostino, pero un arte de pesca de características similares, que probablemente produce el mismo tipo de impacto sobre el ecosistema, se está usando para la captura de anchoita. Surge entonces la necesidad de dictar normas que minimicen el impacto sobre la población de tonina overa dadas las posibles consecuencias que traería si, la población del norte de Patagonia, tuviera parámetros demográficos semejantes a los descritos en este trabajo para la población del sur. Por otro lado, la pesquería artesanal que opera en las costas de la Isla de Tierra del Fuego, también podría llegar a provocar un impacto negativo sobre la población, dada la posible segregación de los individuos inmaduros y los machos, de los grupos de cría.

A partir de lo planteado anteriormente surge la necesidad de planificar estudios y campañas que permitan recuperar los animales capturados incidentalmente o muertos naturalmente, en estado fresco de manera de poder determinar con mayor exactitud la edad de primera reproducción, el ciclo de cría y la fertilidad. Esta información resulta crucial a la hora de hacer las proyecciones poblacionales y los análisis prospectivos. Por otro lado se hace necesario comenzar a explorar modelos que incorporen la variabilidad debida a las fluctuaciones ambientales y a fenómenos densodependientes, los cuales permitirán hacer una análisis retrospectivo.

REFERENCIAS

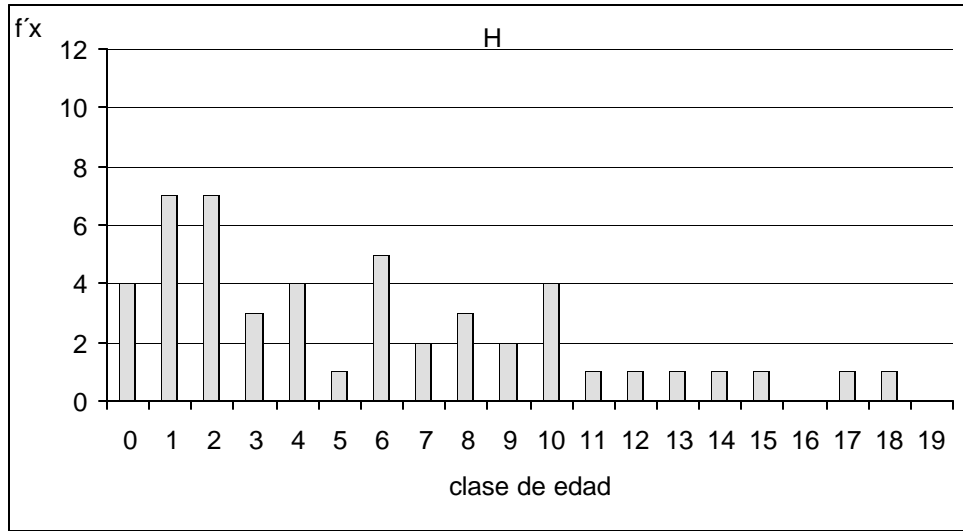
- Barlow, J. y Boveng, P. 1991. Modeling age-specific mortality for marine mammals populations. *Marine Mammals Science*. 7(1): 50-65.
- Benton, T.G. y Grant, A. 1999. Elasticity analysis as an important tool in evolutionary and population ecology. *Trends in Ecology & Evolution* 14(12): 467-471.
- Bester, M.N. y Wilkinson, I.S. 1994. Population ecology of southern elephant seals at Marion Island. Cap 5: 86 – 98. En *Elephant seals: population ecology, behavior, and physiology*. B.J. Le Boef y R. Law (Eds). University of California Press. Berkely. 414 pag.
- Boyd, I.L. 2002. Pinniped life history. 929-934. En *Encyclopedia of Marine Mammals*. W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (Eds). Academic Press. 1414 pag.
- Caswell, H. 1989. *Matrix Population Models. Construction, Analysis, and Interpretation*. Sinauer. 328 pag.
- Caswell, H. 2000. Prospective and retrospective perturbation analysis: their roles in conservation biology. *Ecology* 81(3): 619-627.
- Caswell, H. 2001. *Matrix population models*. 2^{da} Edición. Sinauer. 722 pag.
- Caswell, H. y Trevisan, M.C. 1994. Sensitivity analysis of periodic matrix models. *Ecology* 75(5): 1299-1303.
- Caughley, G. 1977. *Analysis of vertebrate populations*. Jhon Wiley and Sons. 234 pag.
- Caughley, G. y Sinclair, A.R.E. 1994. *Wildlife ecology and management*. Blackwell Science. 334 pag.
- Chivers, S. 2002. Cetacean life history. 221-225. En *Encyclopedia of Marine Mammals*. W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (Eds). Academic Press. 1414 pag.
- Conover, W.J. 1999. *Practical Nonparametric Statistics*. 3^o Edition. John Wiley and Sons, Inc. 629pp.
- Crespo, E.A., Pedraza, S.N., Dans, S.L., García, N.A, Koen Alonso, M. Y Reyes, L.M. 1994. Interacciones entre mamíferos marinos y pesquerías en el litoral patagónico. Informe de avance CIUNPAT (Res. HCS. N° 028/92, UNPSJB). 230 pag.
- Dans, S.L: 1999. Ecología poblacional del delfín oscuro *Lagenorhynchus obscurus* (Gray, 1828) en el litoral patagónico, Atlántico sudoccidental. Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Biológicas. UBA. Director E.A. Crespo, Co-director L. Lauría. 169 pag.
- De Kroon, H., Plaisier, A., van Groenendael, J. y Caswell, H. 1986. Elasticity: the relative contribution of demographic parameters to population growth rate. *Ecology* 67(5): 1427-1431.
- De Kroon, H., van Groenendael, J. y Ehrlén, J. 2000. Elasticities: e review of methods and model limitations. *Ecology* 8(3): 607-618.
- Eberhardt, L.L. y O'Shea, T.J. 1995. Integration of manatee life-history data and population modeling. 269-279. En *Population biology of Florida manatee*. T.J. O'Shea, B.B. Ackerman y H.F. Percival (Eds). U. S. Department of the interior,

- Washington, D. C. 296 pag. (En Heppell *et al.*, 2000a)
- Goodall, R.N.P. 1994. Commerson's dolphin *Cephalorhynchus commersonii* (Lacépede 1804). pp. 241-267. En: Handbook of Marine Mammals. The first book of dolphins. S.H. Ridgway y R.Harrison (Eds). Academic Press Ltd, New York. Vol. 5. 416 pag.
- Grant, A. y Benton, T.G. 2000. Elasticity analysis for density-dependent populations in stochastic environments. *Ecology* 8(3): 680-693.
- Heppell, S.S., Caswell, H. y Crowder, L.B. 2000a. Life histories and elasticity patterns: perturbation analysis for species with minimal demographic data. *Ecology* 81(3): 654-665.
- Heppell, S.S., Pfister, C.A. y De Kroon, H. 2000b. Elasticity analysis in population biology: methods and applications. *Ecology* 81(3): 605-606.
- Hood, G.M. (2003) PopTools version 2.5.9. Available on the internet. URL <http://www.cse.csiro.au/poptools>
- Kasuya, T. y Marsh, H. 1984. Life history and reproductive biology of the short-finned pilot whale, *Globicephala macrorhynchus*, off the Pacific coast of Japan. 258-310. Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 6). 495 pag
- Krebs, C.J. 1989. Ecological methodology. Harper Collins Publishers. 654 pag.
- Leslie, P.H. 1945. On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika* 33: 183-212.
- Link, W.A. y Doherty Jr, P.F. 2002. Scaling in sensitivity analysis. *Ecology* 83(12): 3299-3305.
- Lockyer, C.; Goodall, R.N.P. y Galeazzi, A.R. 1988. Age and body length characteristics of *Cephalorhynchus commersonii* from incidentally-caught specimens off Tierra del Fuego. 103-118. En Biology of the genus *Cephalorhynchus*. R.L. Brownell Jr. y G.P. Donovan (Eds). Report of the International Whaling Commission (Special Issue 9). 344 pag.
- Perrín, W.F. y Reilly, S.B. 1984. Reproductive parameters of dolphins and small whales of the family Delphinidae. 97-133. En Reproduction in whales, dolphins and porpoises. W. E. Perrin,; R.L. Brownell Jr., y D.P. DeMaster (Eds). Report of the International Whaling Commission (Special Issue 6). 495 pag.
- Pianka, E.R. 1982. Ecología evolutiva. Ediciones Omega. 365 pag.
- Olesiuk, P.F.; Bigg, M.A. y Ellis, G.M. 1990. Life history and population dynamics of resident killer whales (*Orcinus orca*) in the coastal waters of British Columbia and Washington State. 209-243. En Individual recognition of cetaceans: Use of photoidentification and other techniques to estimate population parameters. P.S Hammond, S.A. Mizroch y G.P. Donovan (Eds). Report of the International Whaling Commission (Special Issue 12). 440 pag.
- Rabinovich, J.E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. C.E.C.S.A. 313 pag.
- Reijnders, P.J.H. 1978. Recruitment in harbour seal (*Phoca vitulina*) population in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 12: 164-179. (En

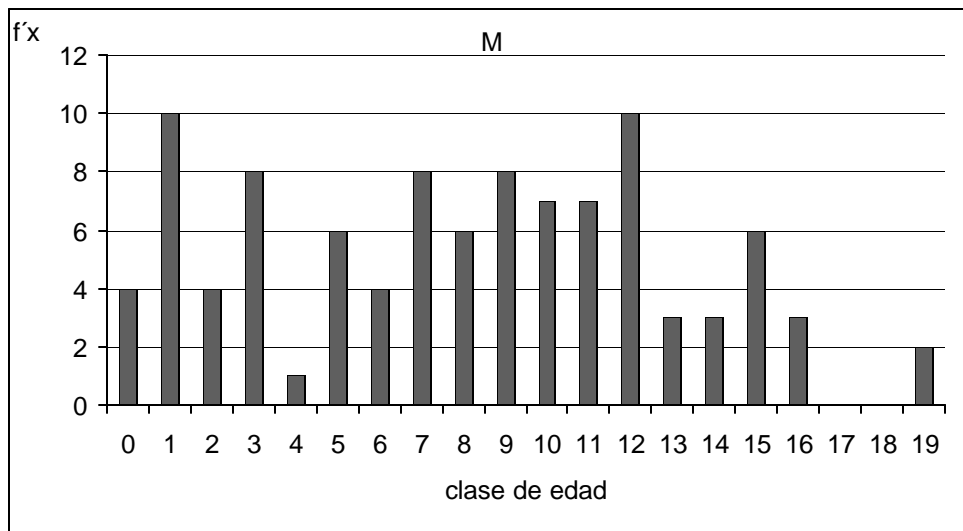
Heppell *et al.* 2000a)

- Reilly, S. 1984. Observed and maximum rates of increase in gray whale, *Eschrichtius robustus*. 389-400. Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 6). 495 pag
- Secchi, E.R. 1999. Taxa de crescimento potencial intrínseco de um estoque de franciscanas, *Pontoporia blainvillei*, (Gervais & Dórbigny, 1846) (Cetacea, Pontoporiidae) sob o impacto da pesca costeira de emalhe. Tesis de Maestrado en Ciências – oceanografía biológica. Fundação Universidades Federal do Rio Grande. Brasil. Director Paul G. Kinas. 152 pag.
- Siler, W. 1979. A competing-risk model for animal mortality. *Ecology* 60 (4): 750-757.
- Smith, T. 1977. Calculation of apparent increases in the Antarctic sei whale population between 1930 and 1960. Report of the International Whaling Commission 1: 135-139. (En Heppell *et al.*, 2000a)
- Stolen, M.K. y Barlow, J. 2003. A model life table for bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from Indian River Lagoon system, Florida, U.S.A. *Marine Mammals Science*. 19 (4): 630-649.
- Slooten, E. y Lad, F. 1991. Population biology and conservation of Hector's dolphin. *Can. J. Zool* 69: 1701-1707.
- Tuljapurkar, S. y Caswell, H. 1997. Structured-population models in marine, terrestrial, and freshwater systems. Chapman and Hall. 643 pag.
- Woodley, T.H. y Read, A.J. 1991. Potencial rates of increase of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) population subjected to incidental mortality in commercial fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 2429-2435.
- Yearsley, J.M. 2004. Transient population dynamics and short-term sensitivity analysis of matrix population models. *Ecological Modelling* 177: 245-258.
- York, A.E. 1994. The populations dynamics of northern sea lions, 1975-1985. *Marine Mammal Science* 10(1): 38-51.

ANEXO I



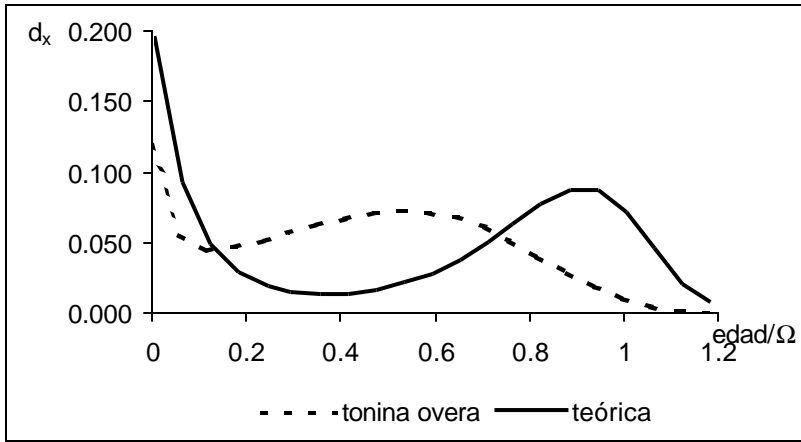
Frecuencia de edades a la muerte de las hembras



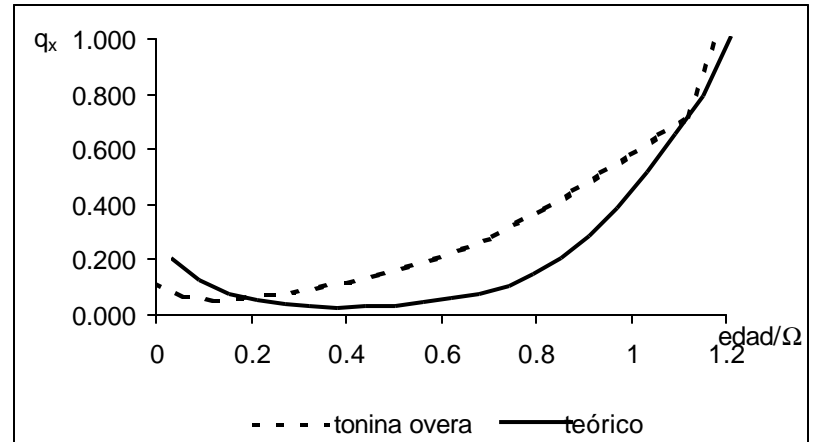
Frecuencia de edades a la muerte de los machos

ANEXO II

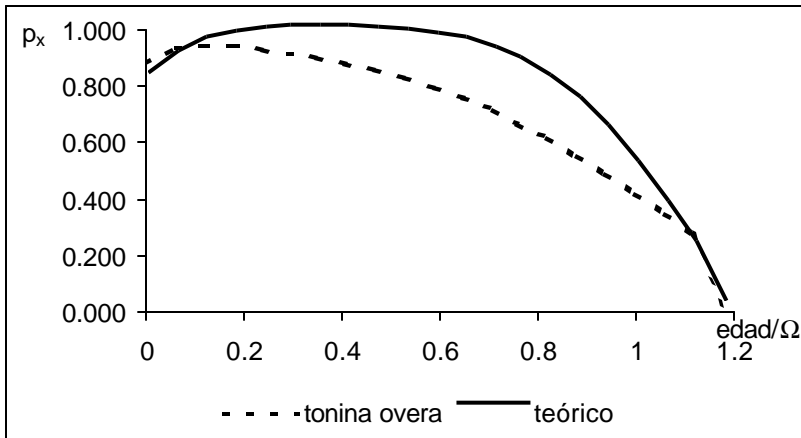
Parámetros de la tabla de vida estimados (5 años edad de primera reproducción) en comparación con los teóricos



dx estimado

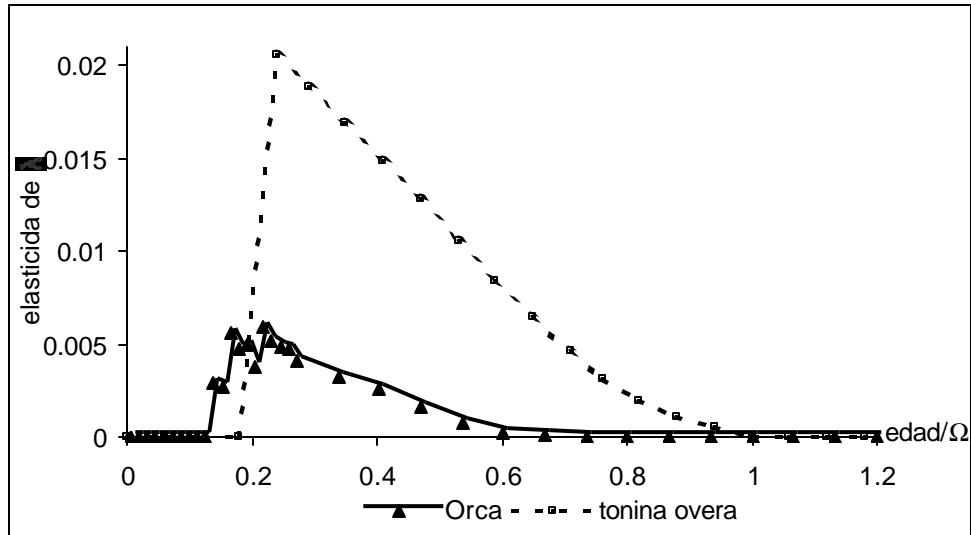


qx estimado

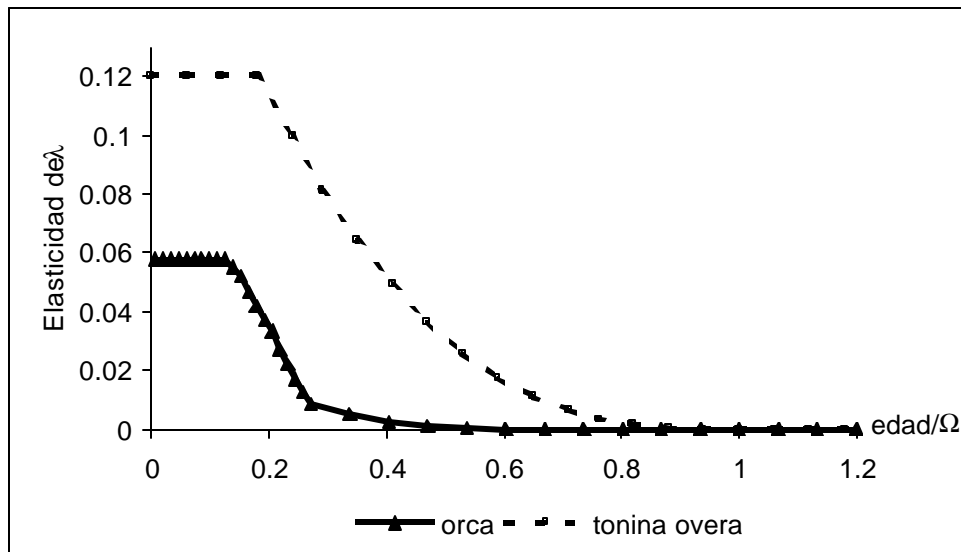


px estimado

ANEXO III



Elasticidad de λ debida a cambios en la fecundidad específica estructuras de edades de Tonina overa y Orca



Elasticidad de λ debida a cambios en la supervivencia específica estructuras de edades de Tonina overa y Orca

ANEXO IV

Parámetros Mamíferos Marinos (Modificado de Heppel *et al.*, 2000a, Appendix A)

Especie	Fuente	Edad de 1 ^a reproducción	R ₀	\bar{T}	λ
<i>Callorhinus ursinus</i>	Barlow y Boveng, 1991	3	1	10.38	1.00
<i>Eumetopias jubatus</i>	York, 1994	4	0.88	9.41	0.99
<i>Phoca vitulina</i>	Reijnders, 1978	4	0.94	12.18	0.99
<i>Mirounga leonina</i>	Bester y Wilkinson, 1994	3	0.66	8.33	0.95
<i>Trichechus manatus</i>	Eberhardt y O'Shea, 1995	4	1.18	13.23	1.01
<i>Balenoptera borealis</i>	Smith, 1977	6	1.22	22.61	1.01
<i>Eschrichtius robustus</i>	Reilly, 1984	8	1.73	22.28	1.03
<i>Orcinus orca</i>	Olesiuk <i>et al.</i> , 1990	13	2.17	27.58	1.03
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Kasuya y Marsh, 1984	7	1.08	19.12	1.00

Capítulo 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

▲ La tonina overa se distribuye en el Atlántico Sur desde aproximadamente los 43°S a los 55°S; mientras que el límite al este es difuso, pudiéndose asociar con la isobata de 200m. Algunos animales se mueven, eventualmente, más allá de estos límites.

▲ Las características oceanográficas como el tipo de sustrato y la salinidad no son factores que afecten su distribución. Los frentes costeros sí parecen ser determinantes en la distribución de esta especie, siendo los más importantes el frente del talud y algunos de los frentes costeros de ambos tipos.

▲ La influencia de los frentes del talud y costeros afecta probablemente la distribución y abundancia de las presas, y estas últimas características son las que determinen la presencia de toninas overas en determinadas áreas. Resulta altamente probable que sea la distribución de las especies presa (densidad y ubicación) la que determine la distribución de la tonina overa.

▲ Se ha observado que se producen migraciones en determinadas épocas del año. Estas migraciones se podrían explicar ya sea por disponibilidad de presas o por la búsqueda de áreas adecuadas para la protección de las crías. El momento en que se producen estas migraciones depende del lugar, en particular se ha observado que en Bahía Engaño disminuye el número de animales de diciembre a marzo, mientras que en el Estrecho de Magallanes estas migraciones se producen en otoño, dirigiéndose los animales probablemente hacia el Atlántico.

▲ Esta es la primera estimación obtenida para la plataforma continental argentina, quedando aún por relevar la costa entre los 48° 21'S y 51° 40'S. La estimación, para

toda la Argentina, es de aproximadamente 40000 toninas overas, en el área comprendida entre la costa y la isobata de 100m.

▲ La densidad aumenta con la latitud. El tamaño de *cluster* promedio se encuentra entre 1 y 3 individuos. La especie parece presentar un patrón de distribución agregado, probablemente asociado con condiciones ambientales que afectan la distribución de sus presas. Estas condiciones ambientales están relacionadas con los frentes del talud y algunos costeros, cuya presencia determina áreas de alta productividad.

▲ La magnitud de las diferencias biométricas entre los dos grupos podría tomarse como un indicador de diferencias genéticas, lo que lleva a suponer que se está en presencia de dos stocks biológicos.

▲ Las variables largo mandibular (LM) y ancho mandibular (AM) presentan una marcada diferencia, en ambas zonas, con respecto a la distribución de las Antisimetrías. Estas diferencias están señalando la presencia de dos stocks biológicos.

▲ El análisis de Asimetrías Fluctuantes, apoya la evidencia señalada por las diferencias encontradas en las Antisimetrías. Las AF no tienen una base genética, pero son la expresión de la interacción con el ambiente durante el desarrollo ontogenético. Por lo que se estaría en presencia de al menos dos stocks ecológicos.

▲ La helmintofauna de las toninas overas de ambas áreas es pobre, en lo que a riqueza se refiere, representada por pocas especies.

▲ *Pholeter gastrophilus* sólo se encontró en la muestra proveniente del Norte. De acuerdo a los resultados obtenidos es posible proponer a esta especie de parásito como un probable marcador biológico de las toninas del norte.

▲ El cestode *Strobilocephalus triangularis* sólo se halló en ejemplares de la zona sur. Es factible proponerlo como posible marcador biológico de las toninas del sur.

▲ La zona sur es la más diversa, en cuanto a la parasitofauna, tanto si se trabaja con la infracomunidad como si se trabaja con comunidad componente. Aún así, los

valores de diversidad obtenidos para ambas zonas se corresponden con bajos valores de diversidad.

▲ En los mamíferos marinos, los helmintos gastrointestinales son adquiridos a través de la dieta, por lo cual el proceso que explique los patrones observados en la estructura de las comunidades debería estar asociado con la amplitud del rango de presas o en la movilidad del hospedador.

▲ De los estudios de dieta realizados se desprende que en la zona norte las especies más importantes son la merluza y el calamar común; mientras que en la zona sur las especies más importantes son la sardina fueguina, la merluza de cola y el calamar patagónico. Cuando el análisis se realiza teniendo en cuenta los grupos zoológicos en la Patagonia norte los grupos más importantes son los peces y los moluscos; mientras que en Patagonia sur los peces constituyen el único grupo importante.

▲ La mayor diversidad parasitaria de las toninas overas del sur está ligada a una mayor riqueza de especies en la dieta. En ambas zonas consideradas los peces, seguidos por los moluscos, son las presas principales de la tonina, por lo cual es de esperar que sean los principales intermediarios de los parásitos gastrointestinales.

▲ Es probable que, en la tonina overa, el sistema de apareamiento sea promiscuo. Por lo cual se esperaría que la estructura social de la población no se base en la segregación entre clases de edad y sexo.

▲ El análisis del crecimiento determina la existencia de un dimorfismo sexual, siendo las hembras más grandes que los machos a la misma edad.

▲ La gran inversión materna en el primer año de vida requerida para que las crías alcancen rápidamente el tamaño del adulto favorece la selección de hembras grandes.

▲ La tonina overa tiene bajos valores de dimorfismo sexual en tamaño y testículos relativamente pequeños, por lo cual se espera que los machos exhiban menor competencia espermática y habilidad de combate, al mismo tiempo que el pequeño

tamaño favorecería la maniobrabilidad en las peleas entre machos y mayor agilidad en los cortejos.

▲ La variación observada en la masa testicular estaría sugiriendo variaciones estacionales en el tamaño de los testículos, asociada con la época de reproducción.

▲ Los valores de r y de λ obtenidos a partir de la proyección matricial se corresponden con los de una población estacionaria.

▲ El modelo de supervivencia por clases de edad propuesto para el delfín de Héctor se puede aplicar a la tonina overa, aunque es probable que la curva de supervivencia de las hembras de tonina overa alcance valores intermedios entre aquellos obtenidos para los machos y los que surgen de la curva l_x del delfín de Héctor.

▲ Pequeños cambios en la supervivencia de los juveniles pueden afectar marcadamente el crecimiento poblacional (λ). El análisis prospectivo indica que la tonina overa tiene una estrategia semejante a las de aquellas especies que maduran tarde y tienen pocas crías, y donde la supervivencia de juvenil a individuo maduro es crítica, lo que lleva a un comportamiento que incremente la supervivencia de los juveniles a nivel cualitativo asociado a una mayor inversión maternal.

RECOMENDACIONES

La estimación de abundancia es el primer paso para evaluar el potencial impacto de las actividades humanas sobre la especie. Con la información disponible al momento sobre las tasas de mortalidad incidental, provocadas por redes de arrastre de media agua y agalleras, no es posible concluir sobre la fracción de la población que es afectada por la actividad pesquera. La mortalidad parece ser un evento agregado y en consecuencia podría tornarse importante para las poblaciones locales, pero necesita ser calculado con precisión. La variabilidad temporal y/o espacial debería ser considerada en futuros relevamientos, su conocimiento permitiría explicar los posibles movimientos estacionales. Los relevamientos que se han realizado hasta la fecha sólo

describen la abundancia hasta la isobata de 100 m y en una época determinada del año, época estival.

Teniendo en cuenta que se ha detectado la probable existencia de dos stocks biológicos, a la hora de tomar decisiones de manejo de esta especie, se recomienda tener en cuenta las diferencias observadas entre ambos grupos; de esta manera se mantendrá la diversidad y en consecuencia la capacidad de la especie para responder a cambios ambientales. Dado que en el presente trabajo el análisis se llevó a cabo sobre individuos provenientes de los extremos de su distribución en el Atlántico sur, se hace necesario realizar estudios sobre los grupos que habitan en la región ubicada entre el Golfo San Jorge y la Isla de Tierra del Fuego.

Si bien los estudios reproductivos en mamíferos marinos están dificultados por la logística asociada a la obtención de muestras frescas; se hace necesario plantear la necesidad de obtener muestras frescas de testículos, en distintas épocas del año para poder contrastar la hipótesis de competencia espermática y variación estacional planteadas en el presente trabajo. Por otro lado la recuperación de ejemplares frescos permitiría determinar, a partir de los ovarios, con mayor exactitud la edad de primera reproducción, el ciclo de cría y la fertilidad; información crucial a la hora de hacer las proyecciones poblacionales y los análisis prospectivos.

Se ve la necesidad de explorar modelos que incorporen la variabilidad debida a las fluctuaciones ambientales y a fenómenos densodependientes los cuales permitirán hacer un análisis retrospectivo. Cabe señalar que el grupo de trabajo ha comenzado a estudiar la variabilidad estacional y anual en la abundancia por medio de un diseño robusto de captura – recaptura asociado a la técnica de fotoidentificación, lo cual es un primer paso en este sentido.

Teniendo en cuenta los antecedentes de captura incidental, por parte de la pesquería de arrastre, es conveniente reiterar el llamado de atención a la autoridad competente a fin de que se tomen medidas que minimicen el posible impacto de la actividad pesquera sobre el grupo etario de más alto valor reproductivo.