

**INFORME DEL TALLER SOBRE MODELOS PLAUSIBLES DEL ECOSISTEMA  
PARA PROBAR ENFOQUES DE ORDENACIÓN PARA EL KRIL**  
(Siena, Italia, 12 al 16 de julio de 2004)

## ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN .....	247
INFORME DEL COMITÉ DE DIRECCIÓN DE ACTIVIDADES DURANTE EL PERÍODO ENTRE SESIONES .....	250
Síntesis bibliográfica sobre modelos de ecosistemas .....	250
Programas informáticos y otros medios de simulación disponibles .....	251
Datos y parámetros necesarios .....	251
Objetivos y especificaciones para la modelación del ecosistema .....	252
Expertos invitados .....	252
Evaluación de la estrategia de ordenación (MSE) .....	252
Atlantis .....	253
InVitro .....	254
Desarrollo de modelos .....	255
ATRIBUTOS DESEABLES DE LOS MODELOS DE ECOSISTEMAS .....	255
Atributos de los modelos en la bibliografía .....	255
Atributos generales de los modelos para la evaluación de los métodos de ordenación .....	257
REPRESENTACIÓN CONCEPTUAL DE LOS MODELOS DE ECOSISTEMAS .....	258
Enfoque general .....	258
Sistema físico .....	261
Producción primaria .....	262
Herbívoros y carnívoros invertebrados .....	263
Especies objetivo .....	264
Dracos .....	264
Kril .....	265
Especies mesopelágicas .....	267
Peces mesopelágicos .....	267
Cuestiones que podrían requerir un examen más detallado .....	268
Calamar .....	268
Aves y mamíferos marinos .....	269
Características del ciclo vital y demografía .....	271
Aves .....	271
Pingüinos .....	271
Aves voladoras .....	272
Mamíferos marinos .....	273
Dinámica trófica .....	273
Dieta .....	273
Distribución espacial y zonas de alimentación, por estrato de profundidad .....	274
Pesquerías .....	274
Pesquería de kril .....	274
Pesquería de dracos .....	276

POSIBLES REPRESENTACIONES DEL ECOSISTEMA MARINO ANTÁRTICO .....	277
FORMULACIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE MODELOS .....	279
Modelos de las interacciones entre especies .....	280
Representación espacial .....	283
Representación temporal .....	284
Procesos periféricos y condiciones limítrofes .....	284
LABOR FUTURA .....	285
Perfeccionamiento de los modelos plausibles .....	285
Perfeccionamiento de un marco para la modelación .....	286
APROBACIÓN DEL INFORME .....	287
CLAUSURA DEL TALLER .....	287
REFERENCIAS .....	287
TABLAS .....	292
FIGURAS .....	326
APÉNDICE 1:            Agenda .....	347
APÉNDICE 2:           Lista de Participantes .....	349

## **INFORME DEL TALLER SOBRE MODELOS PLAUSIBLES DEL ECOSISTEMA PARA PROBAR ENFOQUES DE ORDENACIÓN PARA EL KRIL**

(Siena, Italia, 12 al 16 de julio de 2004)

### INTRODUCCIÓN

1.1 El taller sobre modelos plausibles del ecosistema para probar estrategias de ordenación para el kril, incluido en el programa de trabajo del WG-EMM en 2001, fue celebrado del 12 al 16 de julio de 2004 en la Universidad de Siena, en Siena, Italia. El taller fue convocado por Andrew Constable (Australia).

1.2 El cometido del taller acordado en 2003 fue (SC-CAMLR-XXII, anexo 4, párrafo 6.17):

- i) Revisar los enfoques utilizados para elaborar modelos de ecosistemas marinos, incluidos:
  - a) La teoría y los conceptos utilizados para modelar la dinámica de la trama alimentaria, la influencia de los factores físicos en dicha dinámica y las operaciones de las flotas pesqueras;
  - b) El grado en se pueden utilizar aproximaciones para elaborar modelos “realistas en grado mínimo”<sup>1</sup>;
  - c) El tipo de programas informáticos o de simulaciones virtuales utilizados para implementar los modelos de ecosistemas;
- ii) Considerar modelos operacionales plausibles para el ecosistema marino antártico, incluidos:
  - a) Modelos del entorno físico;
  - b) Vínculos de la trama alimentaria y su importancia relativa;
  - c) Dinámica de la flota pesquera de kril;
  - d) Características espaciales y temporales de los modelos y sus posibles limitaciones en el tiempo y espacio;
  - e) Límites de los parámetros utilizados en los modelos.
- iii) Presentar un programa de trabajo para el desarrollo e implementación de los modelos operacionales a fin de investigar el poder de las diversas estrategias de ordenación en relación con las incertidumbres subyacentes en los sistemas ecológicos, pesqueros, de seguimiento y de evaluación, incluidos:

---

<sup>1</sup> Un modelo realista en grado mínimo de un ecosistema es aquel que incluye sólo los componentes e interacciones necesarios y suficientes para representar de manera realista la dinámica esencial del sistema.

- a) El desarrollo y las pruebas de los programas informáticos;
- b) La especificación de los programas informáticos requeridos, incluidos los caracteres de diagnóstico, la capacidad para probar la eficacia de los programas de observación, como por ejemplo, los diferentes tipos de seguimiento de depredadores, presas y pesquerías;
- c) La caracterización espacial y temporal del medio ambiente físico (hielo, oceanografía) que podría utilizarse para parametrizar los modelos.

1.3 En 2003 se estableció un Comité de Dirección compuesto por Andrew Constable (coordinador) y Campbell Davies (Australia), Pavel Gasyukov (Rusia), Simeon Hill (RU), Eileen Hofmann (EEUU), Geoff Kirkwood y Eugene Murphy (RU), Mikio Naganobu (Japón), David Ramm (Secretaría), Keith Reid (RU), Colin Southwell (Australia), Philip Trathan (RU) y George Watters (EEUU). Roger Hewitt (coordinador del WG-EMM) y Rennie Holt (Presidente del Comité Científico) han sido miembros *ex officio* del comité de dirección (SC-CAMLR-XXII, anexo 4, párrafo 6.16).

1.4 En el punto 2 se informa sobre las actividades del comité de dirección durante el período entre sesiones.

1.5 El Comité Científico decidió financiar la asistencia de dos expertos al taller y proveer fondos para que ellos pudieran llevar a cabo parte del trabajo preparatorio que incluiría, como mínimo, la revisión de las colaboraciones al taller.

1.6 El comité de dirección decidió invitar a dos expertos independientes capaces de asesorar a la CCRVMA en relación con aspectos importantes sobre los cuales dicha comunidad no tiene experiencia; ellos ayudarían a dilucidar las siguientes interrogantes de vital importancia:

- ¿Hasta qué punto es necesario representar todas las interacciones en una trama alimentaria?
- ¿Cómo se pueden utilizar de forma segura los modelos realistas en grado mínimo?

1.7 Se invitó a Beth Fulton (CSIRO, Australia), experta en la consideración de estas interrogantes en el contexto de la evaluación de los procedimientos (estrategias) de ordenación. El segundo experto invitado no pudo asistir por razones de fuerza mayor.

1.8 A. Constable se refirió al trabajo del taller y presentó una reseña sobre la formación del taller y los resultados esperados, sobre la base del documento WG-EMM-04/24 (Parte I). Estos incluyen:

- i) Una discusión sobre cómo se toman decisiones sobre la base de las observaciones.
- ii) Una estrategia de ordenación es una combinación de observaciones, evaluaciones y criterios de decisión que controlan la explotación para alcanzar objetivos operacionales.

- iii) La planificación a largo plazo se facilita cuando se conocen y comprenden las reglas que gobiernan la toma de decisiones.
- iv) Las evaluaciones pueden incluir estimaciones estadísticas del valor de un parámetro/índice, comparaciones estadísticas, o la elaboración más compleja de modelos y proyecciones.
- v) Las preguntas importantes en cuanto a las evaluaciones son:
  - a) ¿Existen suficientes muestras como para tomar una decisión correcta? Por lo general esto se refiere a la exactitud de las estimaciones, que podrían conducir a errores estadísticos del Tipo I y II (Andrew y Mapstone, 1987).
  - b) ¿Es posible que las estimaciones estén sesgadas y/o confundidas por variables o procesos no relacionados con el factor causal de los efectos?
- vi) La exactitud puede resolverse mediante análisis de la potencia estadística, como los aplicados en la revisión del CEMP.
- vii) El efecto del sesgo y/o de la confusión potencial en la toma de decisiones congruentes con el enfoque de precaución puede resolverse mediante el estudio de situaciones hipotéticas (simulaciones) para determinar si el sesgo podría conducir a una decisión equivocada. Los problemas del error y de la confusión en el cálculo de parámetros y en relación con los procesos que vinculan los componentes del ecosistema con el kril – ya sea como alimento para el recurso o como depredadores del mismo – son más difíciles de resolver. Si bien algunas relaciones pueden ser estudiadas mediante situaciones lógicas, otras necesitan de simulaciones más complejas para examinar los efectos de los distintos tipos de relaciones posibles (incertidumbre estructural) así como los efectos de la variación natural (incertidumbre del sistema).
- viii) Una tarea del taller es la de construir distintas representaciones que ayuden a evaluar los posibles sesgos en los procesos de seguimiento y de evaluación, y determinar si estos errores podrían conducir a la toma de decisiones equivocadas que impedirían la consecución de uno o más objetivos de la Comisión.
- ix) El objetivo principal del taller fue sentar las especificaciones a ser utilizadas por los programadores en la construcción del marco de la modelación que servirá para la simulación de los modelos plausibles del ecosistema marino antártico.

1.9 A. Constable presentó la agenda preliminar (WG-EMM-04/25) y el taller decidió agregar el punto “Representaciones plausibles de los ecosistemas marinos antárticos”. La agenda fue aprobada con este cambio (apéndice 1).

1.10 Al aprobar la agenda, el taller observó que las discusiones aunarán la información y los conceptos en un marco común para elaborar uno o más modelos del ecosistema destinados a probar estrategias de ordenación para el kril. En este contexto, se reconoció que puede que el marco común presentado en su informe no esté utilizando toda la información, conceptos y conocimientos necesarios para la aplicación de los modelos del ecosistema. Por ejemplo, la estimación y resumen de los parámetros no constituye uno de los objetivos del taller. En consecuencia, puede que algunas tablas, figuras o texto estén incompletos en lo que se refiere

a la consideración o presentación de los problemas. Sin embargo, el taller decidió que su formato representaría la base para el trabajo futuro de perfeccionamiento y aplicación de los modelos del ecosistema para la labor del WG-EMM.

1.11 El trabajo fue dividido según las secciones más importantes de la agenda, siendo coordinado por el A. Constable.

1.12 El informe fue redactado por Andrew Constable, John Croxall (RU), Campbell Davies, Simeon Hill, Roger Hewitt, So Kawaguchi (Australia), David Ramm, Keith Reid, Konstantin Shust (Rusia), Volker Siegel (Alemania), Philip Trathan, Wayne Trivelpiece (EEUU) y George Watters. La lista de participantes al taller figura en el apéndice 2.

## INFORME DEL COMITÉ DE DIRECCIÓN DE ACTIVIDADES DURANTE EL PERÍODO ENTRE SESIONES

2.1 Tal como se acordó en la reunión del WG-EMM en 2003, las actividades durante el período entre sesiones incluyeron:

- i) Asesoramiento sobre las posibles contribuciones de los expertos en la preparación del taller y sobre su participación en la elaboración de modelos durante el taller (S. Hill, E. Murphy y E. Hofmann);
- ii) Revisión preliminar de la información y publicaciones relevantes sobre la elaboración de modelos de ecosistemas en otros lugares, de conformidad con el primer cometido (E. Hofmann y E. Murphy);
- iii) Compilación de un catálogo de los programas informáticos y otros medios de simulación para la elaboración de modelos de ecosistemas (D. Ramm, G. Watters y P. Gasyukov);
- iv) Consideración preliminar de los conjuntos de datos, las estimaciones de los parámetros y otros aspectos necesarios relacionados con el segundo cometido (P. Trathan, K. Reid y M. Naganobu);
- v) Descripción preliminar de los objetivos y especificaciones para la elaboración de modelos de ecosistemas de relevancia para la elaboración de procedimientos de ordenación de kril (A. Constable, C. Davies y G. Kirkwood).

2.2 El informe del comité de dirección describe los resultados de este trabajo (WG-EMM-04/25).

### Síntesis bibliográfica sobre modelos de ecosistemas

2.3 S. Hill, E. Murphy, K. Reid, P. Trathan, y A. Constable prepararon una reseña bibliográfica de la información sobre el desarrollo de modelos del ecosistema en otras partes de acuerdo con el primer cometido (WG-EMM-04/67), que fue presentada bajo el punto 3 de la agenda del taller (véanse también los párrafos 3.1 y 3.15).

2.4 También se había informado al taller sobre otros estudios y publicaciones pertinentes a su evaluación de los modelos y procesos del ecosistema.

2.5 El taller pidió que las evaluaciones recientes de los modelos de ordenación pesquera (p.ej. Plagányi y Butterworth, en prensa; Plagányi y Butterworth, bajo revisión) y de las interacciones de varias especies en la Antártida (Mori y Butterworth, en prensa), sean presentadas a la consideración del WG-EMM.

#### Programas informáticos y otros medios de simulación disponibles

2.6 D. Ramm, P. Gasiukov y G. Watters compilaron un catálogo de los programas informáticos y otros medios de simulación para la elaboración de modelos de ecosistemas. El resumen del mismo se incluye en el apéndice A de WG-EMM-04/25.

2.7 P. Gasyukov describió además los modelos que estaban disponibles a través de Internet, pero opinó que sería preferible crear programas informáticos específicos para la CCRVMA.

#### Datos y parámetros necesarios

2.8 Se pidió a M. Naganobu, K. Reid y P. Trathan que, como parte de su trabajo de preparación para el taller, consideraran cuáles serían los requerimientos en materia de conjuntos de datos, estimaciones de parámetros y otros aspectos relacionados con el segundo punto del cometido.

2.9 El taller reconoció que resultaba difícil especificar los datos requeridos cuando aún no se habían determinado los modelos, y esto limitaba cualquier progreso posible en este sentido. Sin embargo, hay varios tipos de datos importantes que probablemente serán fundamentales para cualquier modelo de ecosistemas del Océano Austral. En WG-EMM-04/25 se presenta un resumen de los datos básicos disponibles bajo las siguientes categorías:

- modelos del entorno físico
- vínculos de la trama alimentaria y su importancia relativa
- dinámica de la flota de pesca de kril.

2.10 El taller indicó que había una gran cantidad de información disponible para determinar los parámetros de los modelos de ecosistemas. Sin embargo, se reconoció que la disponibilidad y utilidad de datos no eran sinónimos; por ejemplo, hay muchos conjuntos de datos sobre procesos físicos pero su utilidad para los modelos del ecosistema aún no ha sido determinada. El desarrollo de modelos representativos del ecosistema a ser utilizados en la ordenación de la pesquería de kril requiere de información apropiada y debidamente convalidada que describa apropiadamente los vínculos de la trama alimentaria y la dinámica de la flota de kril.

## Objetivos y especificaciones para la modelación del ecosistema

2.11 A. Constable, C. Davies, y G. Kirkwood consideraron los objetivos y especificaciones para la modelación de ecosistemas. La mayor parte del debate se realizó durante la reunión del Comité Científico del año pasado, y fue comunicado en las dos primeras circulares del Comité Científico relacionadas con el taller.

2.12 G. Kirkwood describió su participación en un proyecto financiado por la Comunidad Europea para elaborar modelos de pesquerías apropiados para evaluar las estrategias de ordenación. Este trabajo está siendo coordinado por L. Kell (CEFAS), y la mayor parte del código está siendo escrito en lenguaje estadístico gratuito de costo compartido (freeware), R. El objetivo central de este trabajo es integrar muchos modelos de operación y evaluación distintos en un marco único, similar al que necesita el WG-EMM. Se reconoció que este trabajo podría proporcionar algunos instrumentos de utilidad en el futuro.

2.13 A. Constable describió el trabajo realizado en la Australian Antarctic Division para facilitar el inicio de las deliberaciones sobre la modelación de los distintos componentes del ecosistema marino antártico. Este trabajo constituyó la base del documento WG-EMM-04/24 y de otros documentos de trabajo presentados al WG-EMM para ayudar en las deliberaciones.

## Expertos invitados

2.14 A. Constable dio la bienvenida a Beth Fulton al taller y la invitó a presentar ilustraciones sobre el uso de modelos en CSIRO para evaluar las estrategias de ordenación aplicadas al entorno marino. Su presentación se ha resumido en los siguientes párrafos.

### Evaluación de estrategias de ordenación (MSE)

2.15 La evaluación de estrategias de ordenación (MSE) incluye un modelo del sistema biofísico (o modelo operacional); submodelos de cada explotación antropogénica y de las actividades que producen un impacto ambiental importante; submodelos de las actividades de seguimiento; y submodelos de los procesos de decisión asociados a la ordenación de cada sector. La dinámica combinada de estos modelos se utiliza para evaluar la posible respuesta del sistema real a los sucesos naturales y a cualquier actividad del hombre. Los modelos de la MSE deben ser capaces de reproducir tendencias históricas y respuestas a los acontecimientos más importantes, pero también deben ser capaces de proyectar los resultados de una gama de estrategias de ordenación que no han sido utilizadas en el pasado. Esto se logra asegurando que el modelo incluya las características principales del sistema natural (incluida la incertidumbre) y represente de manera realista las respuestas de los sectores a las estrategias de ordenación. La MSE sirve especialmente para: (i) determinar sistemas eficaces de seguimiento; (ii) identificar métodos de ordenación robustos en lo tocante a la incertidumbre del muestreo y del modelo; (iii) encontrar un equilibrio adecuado entre los distintos sectores (o intereses) dentro del sistema; y (iv) identificar problemas, cuestiones o dinámicas difíciles de prever.

2.16 La División Australiana de Investigaciones Marinas de CSIRO (Australian CSIRO Marine Research, CMR) ha utilizado el método de la MSE por casi 20 años (p.ej. Sainsbury,

1988). En los últimos seis años se ha ampliado la escala de aplicación del modelo, de una sola o varias especies a nivel de ecosistema y como una MSE de uso múltiple. Los dos modelos de ecosistemas marinos utilizados actualmente por CMR en este contexto son el Atlantis y el InVitro. El modelo Atlantis ha sido utilizado para determinar cómo la complejidad del modelo afecta su rendimiento, y en MSE, para evaluar posibles indicadores ecológicos de los efectos de la pesca en el ecosistema (Fulton et al., en prensa). El modelo InVitro se utiliza actualmente como base de la estrategia MSE para una variedad de métodos de ordenación de uso múltiple aplicados a la plataforma noroeste de Australia (Fulton et al., en preparación).

## Atlantis

2.17 El marco del modelo Atlantis se basó en el modelo de ecosistema “Bay Model 2” (Fulton et al., 2004). Es un modelo determinístico que sigue la pista del flujo de nutrientes (nitrógeno y sílica) a través de los grupos biológicos más importantes (vertebrados e invertebrados) que se encuentran en los ecosistemas marinos templados y en tres grupos de detritos (detrito lábil, detrito refractario y carroña). Los grupos de invertebrados y de productores primarios son representados por reservas de biomasa agregadas, mientras que la simulación de los vertebrados se hace con modelos estructurados por edad. Los procesos primarios considerados en Atlantis son: el consumo, la producción, la producción de desechos, la migración, la depredación, el reclutamiento, la dependencia del hábitat y la mortalidad natural y por pesca.

2.18 El Atlantis es un modelo espacial con una geometría poligonal que representa las características geográficas del sistema marino simulado (figura 1). El tamaño de cada polígono refleja la extensión de la homogeneidad espacial de las variables físicas representadas en el modelo (profundidad, lecho marino (arrecife o plano), extensión del cañón, porosidad, estrés del lecho marino, velocidad de erosión, salinidad, luz y temperatura). El modelo Atlantis también está estructurado verticalmente. A efectos de las simulaciones de este estudio, existe una capa de sedimento y hasta 5 capas de columna de agua dentro de cada caja (figura 1). Los componentes biológicos mencionados anteriormente se reproducen en cada capa de cada caja, mostrándose explícitamente los movimientos entre cajas y capas (migración de niveles tróficos mayores), o mediante un simple modelo de transporte (transferencia por advección).

2.19 El submodelo de explotación en Atlantis permite la representación de múltiples flotas con distintas características (selectividad del arte, asociación con el hábitat, grupos objetivos, subproductos y captura secundaria, dinámica del esfuerzo y estructuras de ordenación). Si bien no es tan sofisticado como los modelos de dinámica de las flotas que simulan el comportamiento de cada barco (p.ej. Little et al., 2004), Atlantis representa la dinámica de una combinación de flotas y permite la representación del comportamiento resultante de ciertos efectos, tales como el desvío del esfuerzo producido por la disminución de los stocks locales o por la creación de áreas marinas protegidas.

2.20 El modelo de muestreo genera datos con una incertidumbre realista de las mediciones (sesgo y variancia) basado en los resultados del modelo operacional, de acuerdo con las especificaciones del nivel de precisión de los datos y de su recolección tanto a nivel temporal como espacial. Por ejemplo, los datos que dependen de las pesquerías se agrupan espacial y

temporalmente (p.ej. captura total en toda el área por trimestre), mientras que los datos independientes de la pesquería (p.ej. prospecciones o composición de la dieta) sólo se obtienen de vez en cuando (anualmente o bien una vez cada diez años) de “instantáneas” tomadas en ciertas “localidades de muestreo” (figura 1).

## InVitro

2.21 El modelo biofísico que conforma el modelo operacional en InVitro reproduce las características físicas y biológicas principales del ecosistema marino natural (p.ej. batimetría, corrientes, olas, tipos de lecho marino, la flora y fauna que definen el hábitat, y poblaciones locales y migratorias de la fauna marina). El modelo InVitro también incluye una representación del impacto de los fenómenos naturales y de las actividades antropogénicas de distintos sectores que se encuentran en la plataforma noroccidental de Australia (p.ej. prospección y extracción de petróleo, conservación, pesquería y desarrollo costero). En el submodelo de ordenación las agencias pertinentes estudian el sistema derivado del modelo biofísico (imperfecto) y toman decisiones referentes al lugar y magnitud de las actividades de estos sectores.

2.22 InVitro es un modelo tridimensional basado en agentes, o configuración de estado “i” (i-state-configuration) (Caswell y John, 1992; DeAngelis y Gross, 1992). Este tipo de modelo ofrece un marco adecuado para trabajar con una variedad de entidades (p.ej. individuos, poblaciones y comunidades), conocidas también como agentes. El comportamiento de los distintos agentes incluidos en el modelo puede ser pasivo o, dependiendo del tipo de agente, puede obedecer a criterios de decisión. La tabla 1 presenta un resumen de los distintos tipos de agentes principales y de los comportamientos modelados para cada uno de estos tipos. Los agentes móviles se representan ya sean en forma individual (tortugas y pescadores) o colectiva (p.ej. subpoblaciones de peces, bancos de tiburones y hervidero de camarones), mientras que todos los grupos biológicos que definen un hábitat están representados por colectividades de agentes (p.ej. lechos enteros de pastos marinos y arrecifes). Se detallan las funciones y los atributos físicos de cada uno de estos agentes y se detallan las reglas para el crecimiento (en la escala apropiada), y para el movimiento tanto pasivo como activo. Este entrecruzamiento de una población típica estructurada por edades y de modelos típicos basados en agentes en forma híbrida permite una buena representación de todas las escalas espaciales y de interacción fundamentales.

2.23 El entorno de un agente se asienta en la batimetría, las corrientes, la temperatura, la intensidad de la luz, las concentraciones químicas, el tipo de hábitat y las comunidades que habitan en él. Los atributos ambientales son actualizados para permitir que los agentes activos evalúen su entorno y respondan de forma adecuada tanto en el tiempo como en el espacio. El manejo de la sincronización de las actividades del agente (y cualquier interacción entre los agentes) es efectuado por un sistema operacional de múltiples tareas designando prioridades a agentes y dividiendo el tiempo disponible para dar la impresión de concurrencia). Esto permite que cada agente trabaje al ritmo que más le acomoda asegurando una congruencia temporal de sus actividades (ningún agente puede volver a vivir un mismo momento), manteniendo la sincronidad (evitando que el tiempo “subjetivo” de un agente se desvíe demasiado del de su vecino), y evitando cualquiera posibilidad de una ventaja sistemática para un agente en particular (o tipo de agente) provocada por el ordenamiento interno de los procesos.

## Desarrollo de modelos

2.24 El desarrollo de modelos de ecosistemas es un proceso iterativo, pero en general consta de dos etapas. En primer lugar debe investigarse el alcance del ecosistema. La siguiente lista de control da una buena idea de los procesos, componentes y escalas más importantes de los ecosistema marinos:

- oceanografía y clima;
- biogeoquímica;
- biogeografía;
- componentes biológicos (dominantes, clave, grupos vulnerables, estructuración requerida sobre la base de la edad o la talla);
- vínculos (tróficos y de otro tipo, pesos, múltiples vías);
- procesos ecológicos;
- presiones y actividades antropogénicas.

2.25 Una vez que se ha terminado de bosquejar el modelo conceptual del ecosistema (mediante la clasificación múltiple de los componentes y procesos para discernir cuáles son las agrupaciones naturales) comienza la etapa más crítica del desarrollo – la determinación de las escalas espacial, temporal y biológica. De acuerdo con la experiencia previa en distintos ejercicios de modelación de ecosistemas a nivel mundial, es muy probable que los modelos que incorporan escalas mixtas sean los más eficaces (prestando mayor atención donde se requiere en vez de aplicarlas en forma homogénea a través del modelo).

## ATRIBUTOS DESEABLES DE LOS MODELOS DE ECOSISTEMAS

### Atributos de los modelos en la bibliografía

3.1 S. Hill presentó el documento WG-EMM 04/67, que examina las estrategias utilizadas en la modelación de ecosistemas en la región de la CCRVMA. El objeto de este estudio fue determinar los problemas y enfoques de pertinencia para el desarrollo de modelos para evaluar las estrategias de ordenación para la pesquería de kril.

3.2 Los modelos de la dinámica de la población de kril por lo general han tomado en cuenta las causas de la variabilidad interanual de la abundancia de kril en el mar de Escocia y alrededor de Georgia del Sur. Parece ser que los cambios a gran escala en la distribución y la producción local son factores importantes. El modelo de rendimiento de kril, utilizado para establecer límites de captura, usa el método de Monte Carlo para simular las poblaciones de kril explotadas. Los valores anuales de los parámetros, incluido el reclutamiento, se obtienen independientemente de distribuciones estadísticas, pero hay indicaciones de que existe una autocorrelación en el reclutamiento de kril.

3.3 Las variables medioambientales ejercen varios efectos putativos en la biología del kril, incluida la dinámica del reclutamiento y la mortalidad. La mayoría se modelan como simples correlaciones. Un modelo más complejo sugiere que la eclosión de embriones de kril en la plataforma continental está limitada por la profundidad y la presencia de agua templada (Hofmann y Hüsrevoğlu, 2003). Si bien el transporte a la deriva del kril en las corrientes oceánicas puede ser un factor importante en su distribución a gran escala, su distribución local puede variar por el desplazamiento activo.

3.4 Los modelos iniciales depredador–presa del Océano Austral fueron elaborados principalmente en respuesta a la proposición de que el consumo total de kril disminuyó con la merma de las poblaciones de ballenas mysticetas. Laws (1977) calculó que esto produjo un exceso de 147 millones de toneladas de kril. Los modelos de May et al. (1979) y de otros consideraron un sistema de múltiples especies con explotación del kril y las ballenas. También suponían que la abundancia de la presa dependía de la depredación y que la competencia y consumo de la presa eran directamente proporcionales a la abundancia del depredador. Los resultados de estos modelos incluyeron ilustraciones de algunos de los problemas relacionados con la representación de múltiples especies.

3.5 Murphy (1995) creó un modelo espacial sobre la dinámica depredador–presa donde el reclutamiento de kril fue desligado de la abundancia del depredador. El modelo mostró el efecto potencial de la superposición de los radios de alimentación y las concentraciones de kril en la dinámica del depredador. Además, mostró la importancia de la retención de kril alrededor de las islas para los depredadores que se reproducen en tierra.

3.6 Butterworth y Thompson (1995) y Thompson et al. (2000) intentaron construir modelos realistas de las respuestas de los depredadores más estudiados a la disponibilidad de kril, que incluyeron respuestas no lineales del rendimiento a la abundancia de la presa. Los modelos consideraron la posibilidad de establecer límites de captura de kril sobre la base del tamaño de la población de un depredador dado. Se obtuvieron resultados sesgados debido a las estimaciones de los parámetros o a la estructura del modelo. El taller consideró que tales modelos no eran adecuados para determinar el nivel de escape de kril necesario para cumplir los requisitos de conservación para los depredadores porque no representaban la demanda total de kril de todos los depredadores.

3.7 Los modelos de Mangel y Switzer (1998) y Alonzo et al. (2003a, 2003b) consideraron los efectos potenciales del comportamiento en la dinámica de las poblaciones de kril y de sus depredadores. Estos modelos indicaron que el comportamiento de kril puede amplificar los efectos perjudiciales de la explotación de kril en los pingüinos. Los autores propusieron utilizar el comportamiento de los depredadores como indicador del estado del ecosistema.

3.8 Mangel (1988) y Butterworth (1988a) construyeron modelos de las pesquerías de kril para investigar la relación entre la abundancia de kril y el CPUE de las pesquerías de la ex Unión Soviética y Japón respectivamente. Éstos incorporaron la estructura jerárquica de las concentraciones de kril como manchas dentro de manchas, como lo describió Murphy et al. (1988). Marín y Delgado (2001) representaron la pesquería mediante un modelo de simulación espacial usando autómatas celulares en un sistema de información geográfica (GIS).

3.9 Everson (1977) fue el primero que intentó cuantificar el flujo de biomasa a través de una trama alimentaria simple. Aún se carece de datos suficientes sobre muchas de las vías

que no se pudieron cuantificar. Croxall et al. (1984) consideraron en detalle los requerimientos energéticos para modelar el consumo de presa por los depredadores. Tres modelos detallados de ecosistemas han sido construidos por Green (1975), Doi (1979) y Bredesen (2003), éste último con software ECOSIM. Estos modelos están limitados por la disponibilidad de datos. Sin embargo, destacan la importancia de las vías independientes del kril o de los depredadores más estudiados. También subrayan la necesidad de obtener mejores datos de la transferencia de energía y de las tasas de asimilación.

3.10 Constable (2001) presentó un modelo para integrar los efectos en el ecosistema mediante la suma de la producción de la biomasa de especies de depredadores resultante del consumo de las especies explotadas. La suma de la producción de todos los depredadores sería un índice del estado del ecosistema, que puede ser utilizado para establecer puntos de referencia para el ecosistema. También se podría obtener la suma correspondiente a las especies presa de los depredadores, a fin de establecer puntos de referencia para poblaciones de depredadores individuales.

3.11 Los primeros modelos de la dinámica a largo plazo supusieron que el sistema estaba en equilibrio antes de la explotación. Sin embargo, resulta prácticamente imposible establecer el estado anterior del ecosistema. Además, la suposición de que el sistema pudiera haber estado en equilibrio, o que esto pudiera ocurrir en el futuro podría ser poco realista.

3.12 Está claro que el kril es de vital importancia, pero la trama alimentaria tiene vías que no incluyen al kril.

3.13 La información disponible acerca de las interacciones tróficas más importantes debe ser mejorada. Además, se debe resolver la cuestión de cómo ordenar las pesquerías cuando algunas partes del ecosistema son difíciles de observar. También es importante considerar cómo los efectos importantes en el medio ambiente han de ser representados en los modelos de ecosistema y cómo integrar los distintos modelos cuando sus resultados pueden darse en diferentes escalas.

3.14 S. Hill pidió a los miembros del taller que entregaran detalles sobre cualquier publicación pertinente que no hubiera sido incluida en la revisión. El Dr. Shust mencionó el tomo sobre distribución del kril y oceanografía de Maslennikov (2003).

3.15 K. Shust indicó que la estimación de la biomasa no explotada de kril sigue siendo un problema. Vyacheslav Sushin (Rusia) agregó que la gestión de la pesquería de kril puede representar sólo una de las maneras posibles para efectuar la ordenación del ecosistema.

#### Atributos generales de los modelos para la evaluación de los métodos de ordenación

3.16 A. Constable presentó algunos temas de discusión sobre los atributos generales de los modelos para evaluar los métodos de ordenación. Esta presentación se basó principalmente en la segunda parte del documento WG-EMM-04/24. Indicó que no se espera que los modelos operacionales representen enteramente la dinámica de los sistemas físicos y biológicos, pero sí deben representar las propiedades importantes del sistema en la medida que éstas se relacionan con los efectos de la pesca y con los programas de seguimiento (ecología, entorno físico, pesquería) que podrían utilizarse. Las propiedades importantes que deben ser examinadas y que se estudian más a fondo en WG-EMM-04/24 son:

- i) Los efectos directos e indirectos, potencialmente importantes, de la pesca, definiendo de esta manera las características del ecosistema que posiblemente tengan que medirse en las simulaciones, independientemente de si éstas pueden medirse en el campo;
- ii) El tipo de observaciones de campo y programas de seguimiento que podrían utilizarse;
- iii) Las escalas biológicas (grupos taxonómicos y subdivisión de la población en estadios del ciclo de vida – que pueden ser distintos para cada grupo taxonómico) requeridas para representar las interacciones importantes entre las especies y facilitar el seguimiento;
- iv) La escala espacial de las interacciones, considerando las diferencias entre las interacciones de distintos lugares y la posibilidad de que existan diferencias biogeográficas, afectando de esta manera el grado en que se ha de dar cuenta explícita del espacio en la estructura del modelo, y determinando si las unidades espaciales deben ser unidades geográficas uniformes o se las puede inferir de su representación en compartimientos de distintas áreas y extensiones espaciales;
- v) La escala temporal de las interacciones, tomando en cuenta las diferencias entre las interacciones importantes que ocurren en el tiempo y la duración de distintos acontecimientos, tales como, la reproducción y otras características del ciclo de vida, afectando de esta manera la duración de las etapas necesarias que deben ser tomadas en cuenta;
- vi) El grado de representación (aproximada o explícita) de las interacciones (causa y efecto), que puede verse afectado por el tipo de mediciones que pueden efectuarse en un programa de seguimiento;
- vii) El grado de simulación de los procesos periféricos con respecto a los procesos centrales relacionados con los efectos de la pesca;
- viii) la forma como se simulan los límites del sistema en el modelo, reconociendo que es muy poco probable que el sistema sea un sistema cerrado y que los procesos que ocurren fuera del sistema modelado pueden afectar el funcionamiento de dicho sistema.

3.17 El taller reconoció que era necesario considerar estos atributos durante el taller y en la aplicación de los modelos a ser utilizados por el WG-EMM.

## REPRESENTACIÓN CONCEPTUAL DE LOS MODELOS DE ECOSISTEMAS

### Enfoque general

4.1 Como fuera mencionado en el segundo punto, A. Constable y los investigadores de la Australian Antarctic Division desarrollaron modelos conceptuales de distintos componentes del ecosistema marino antártico. A. Constable presentó este tema resumiendo la tercera parte del documento WG-EMM-04/24. Los puntos principales fueron:

- i) El objetivo del desarrollo de modelos conceptuales es el de suministrar un marco flexible para considerar cómo cada grupo taxonómico puede ser afectado por el resto del ecosistema, y de ese modo proporcionar los medios para decidir de forma explícita la mejor manera de representar ese grupo taxonómico en el modelo de evaluación de los procedimientos de ordenación del kril;
- ii) Algunos grupos taxonómicos tendrán que ser representados con cierto detalle a fin de simular el seguimiento en el campo y los efectos de la pesca a nivel local;
- iii) Otros grupos taxonómicos podrían ser simulados de forma más general a fin de acortar el tiempo de simulación asegurando a la vez que las respuestas del ecosistema sean realistas;
- iv) La estrategia tiene como objetivo proveer los medios para determinar explícitamente cómo considerar las incertidumbres estructurales, dada la escasez de datos sobre muchos aspectos del ecosistema. Esa estrategia también está diseñada para permitir una evaluación de la sensibilidad de los resultados del modelo a las suposiciones sobre las relaciones entre los distintos grupos taxonómicos.

4.2 La figura 9 de WG-EMM-04/24 ilustra los componentes/funciones de un elemento único del modelo de la trama alimentaria considerado en ese documento. Se definió un elemento como la cantidad mínima e indivisible representada en el modelo de la trama alimentaria, con los siguientes atributos:

- i) Taxón – el grupo al cual pertenece el elemento, que puede ser una población, especie, gremio, grupo ecológico, sexo u otra categoría;
- ii) Estadio – el estadio de vida del elemento, pudiendo ser la edad, u otra subdivisión del taxón necesaria para poder distinguir entre las características ecológicas (*infra*) de otros estadios;
- iii) Unidad – el tipo de unidad utilizada para medir/seguir cuantitativamente al elemento, como por ejemplo, el número, la biomasa, el área u otro tipo de medida;
- iv) Ubicación – de ser necesario, el compartimiento espacial o la célula en que habita el elemento;
- v) Profundidad – de ser necesario, el estrato de profundidad en que habita el elemento.

4.3 El estado de un elemento está determinado en gran parte por su magnitud (abundancia), pero puede ser importante conocer su edad si la proporción de animales que progresa de un estadio de vida a otro no es constante y depende de la estructura de edades actual.

4.4 El taller indicó que en los modelos conceptuales se deberán considerar las particularidades de los elementos, a pesar de que es posible que cada una de estas particularidades no estén incorporadas explícitamente en forma separada en el modelo.

4.5 En primer lugar, el taller acordó realizar la siguiente labor en el desarrollo de la representación conceptual de los componentes más importantes:

- i) Crear una representación figurativa, según proceda, de los procesos demográficos más importantes, la ubicación primaria de los individuos en relación con las características del entorno físico y la escala espacial de los hábitos alimenticios;
- ii) Identificar parámetros y procesos clave que han de ser considerados en la representación de cada elemento en el modelo de ecosistema, incluida la dinámica demográfica, los hábitos de alimentación, y la distribución espacial y temporal;
- iii) Realizar consideraciones preliminares de:
  - a) Las interacciones entre grupos taxonómicos, y entre éstos y el medio ambiente;
  - b) La representación del espacio, del tiempo, y de la profundidad en los modelos de ecosistemas;
  - c) Consideración de los requisitos para la representación de las observaciones de estudios de campo, que serán realizadas en el proceso de evaluación.

4.6 El taller acotó que las consideraciones más importantes para el desarrollo de modelos operacionales dicen relación con:

- el entorno físico
- la producción primaria
- los herbívoros pelágicos y los carnívoros invertebrados
- las especies objetivo
- las especies mesopelágicas
- las aves y los mamíferos marinos.

4.7 En el futuro se podrán considerar otros grupos taxonómicos, tales como las especies demersales y batipelágicas, incluidas las especies *Dissostichus*, *Macrourus* y rayas. Se indicó que el marco actual resultaba adecuado para iniciar el trabajo de evaluación de las estrategias para la ordenación del kril.

4.8 El resto de esta sección describe los resultados de las deliberaciones sobre la representación conceptual de estos componentes.

4.9 El ecosistema marino antártico considerado durante el taller es básicamente el ecosistema al sur del frente subantártico (SAF), y comprende la mayor parte de la zona del frente polar (ZFP) y del océano al sur de dicha zona, que a su vez comprende el flujo de oeste a este de la corriente circumpolar antártica (CCA) y el flujo de este a oeste de la corriente de la costa antártica. Este ecosistema está contenido casi en su totalidad dentro del Área de la Convención de la CCRVMA, si bien algunas características de la ZFP están situadas al norte del área de la CCRVMA (figuras 2 y 3). El taller también señaló que los límites de la CCA

descritos por Orsi et al. (1995) también son características importantes que deben ser consideradas. En este contexto se consideró que el frente subtropical, situado al norte de esta área principal, era de especial importancia para las aves voladoras.

4.10 La otra característica principal del ecosistema marino antártico es el avance y retroceso anual de la zona del hielo a la deriva (figura 4). En este contexto, se debe considerar la zona de hielos marginales (MIZ) que bordea el hielo a la deriva, como también el papel de éste último para los depredadores que necesitan acceso a tierra y como sustrato de la productividad.

4.11 Se pueden utilizar los datos SeaWif para tener una visión de la productividad biológica del Océano Austral (figura 5).

4.12 El taller consideró que los componentes de la comunidad biótica más importantes eran la producción primaria, los herbívoros pelágicos y carnívoros invertebrados, las especies objetivo (*Euphausia superba* y *Chamsocephalus gunnari*), las especies mesopelágicas (peces mictófidios y calamares), las especies migratorias de amplia distribución, y las aves y mamíferos marinos (tabla 2).

#### Sistema físico

4.13 El taller consideró los elementos del entorno físico que en su opinión eran de importancia potencial para el funcionamiento del ecosistema marino del Océano Austral y que también podrían ser de utilidad en un modelo de ecosistema acoplado. El taller consideró estos distintos elementos desde varias perspectivas.

4.14 En primer lugar consideró una gama de factores ambientales, cada uno con un conjunto de propiedades y de factores de forzado; luego consideró un conjunto de procesos dinámicos y su papel en la estructuración del medio ambiente; después consideró las estaciones y cómo éstas afectan varios factores medioambientales y por último, las propiedades espaciales naturales del ecosistema. Los resultados de estas deliberaciones se presentan en las tablas 3 a la 6. El taller reconoció que si bien es posible añadir información mucho más detallada, en esta etapa inicial, los elementos identificados eran suficientes en relación con el alcance del proceso de modelación.

4.15 El taller indicó que, desde un punto de vista conceptual, el entorno físico cumple cuatro funciones ecológicas principales en el ecosistema marino antártico:

- i) Un sustrato para la producción, con las condiciones físicas que conlleva en el espacio, la profundidad y el tiempo;
- ii) Estratificación del medio ambiente físico en unidades naturales, incluidas zonas oceánicas, estratos de profundidad, características batimétricas y hielo;
- iii) Sustrato para el transporte entre áreas y profundidades;
- iv) Fuentes de mortalidad, como por ejemplo, las condiciones atmosféricas extremas.

4.16 En cada etapa del proceso el taller identificó cuáles de las funciones y procesos ecológicos eran afectados. En las tablas 3 y 4 se muestran ejemplos del posible impacto funcional (entre paréntesis cuadrado [ ]).

4.17 El taller examinó las variables físicas en las distintas estaciones (tabla 5), reconociendo que la división del año civil en estaciones dependía de la latitud. En un principio, decidió concentrarse en dos estaciones: el invierno y el verano.

4.18 El taller también reconoció que el Océano Austral contaba con varias divisiones espaciales naturales (tabla 6).

4.19 El taller trató de elaborar un modelo conceptual del medio ambiente y de determinar la naturaleza de la interacción entre los distintos factores y procesos (figura 6).

4.20 El taller reconoció que en algunas ocasiones los modelos de ecosistema acoplados podrían ser de gran utilidad, a saber:

- i) En la delineación de áreas bidimensionales y polígonos tridimensionales de operación espacial; estos podrían delimitar la estructura de hábitats para su uso en otro aspecto de la estructura del ecosistema. El taller reconoció que puede resultar innecesario el acoplamiento directo de un modelo físico de circulación general, siempre y cuando los datos de entrada y salida puedan ser definidos en las escalas espaciales y temporales adecuadas. Estos datos de salida deberán abarcar las funciones del ecosistema descritas en el párrafo 4.15.
- ii) Deberá haber una congruencia entre los hábitat y procesos descritos y la complejidad biológica que se pretende del modelo.
- iii) Podría ser útil considerar estructuras separadas para cada una de las zonas continentales, insulares y de bajas latitudes.

#### Producción primaria

4.21 Como parte de sus discusiones el taller consideró la producción primaria, aunque reconoció que el grupo no contaba con expertos en la materia, sino solamente con conocimientos generales. En WG-EMM-04/24 se toca el tema de la producción primaria, indicando que la formación de materia particulada para los productores secundarios podría provenir de la producción primaria, de partículas en la cadena trófica microbiana y en partículas de detrito (figura 7). El taller también examinó los factores que podrían afectar la producción primaria representados en dicho documento (figura 8, tabla 7). El taller indicó que los datos de percepción remota del color del océano tales como SeaWiFS o MODIS podían servir para dividir el Océano Austral a fin de formular un modelo de ecosistema acoplado con un modelo de oceanografía física. En la figura 5 se muestra un ejemplo de la distribución de la clorofila-*a* en el verano a partir de los datos SeaWiFS.

4.22 El taller indicó que en el futuro se deberá trabajar en el desarrollo de modelos de producción primaria, incluida la revisión de los factores de forzado presentados en

WG-EMM-04/24 y de otras hipótesis presentadas en otros modelos. El taller reconoció que en una etapa posterior también deberá considerar modelos de producción primaria más detallados que incluyan elementos consecutivos y elementos estacionales.

#### Herbívoros y carnívoros invertebrados

4.23 Cinco grupos taxonómicos herbívoros y carnívoros pelágicos fueron considerados importantes: salpas, copépodos, mísidos, anfípodos y eufáusidos (distintos de *E. superba*).

4.24 Las salpas son organismos pelágicos de aguas libres y alimentación ciliar e incluyen a varias especies, siendo la más importante *Salpa thompsoni*. Hay unas 60 especies de copépodos, siendo 10–15 las más comunes. Entre los mísidos se incluyen tres especies epibénticas comunes asociadas con las plataformas continentales, los taludes y cañones. Los anfípodos hipéridos incluyen unas seis especies más comunes, siendo *Themisto gaudichaudii* la más importante. Eufáusidos importantes aparte de *E. superba* incluyen *E. crystallophias* y *Thysanoessa macrura*.

4.25 Los atributos considerados importantes en relación con el funcionamiento del ecosistema pelágico incluyen la distribución espacial, la dieta, el tiempo de generación y la distribución batimétrica.

4.26 En lo que respecta a la distribución espacial, se reconoció que las comunidades definidas de zooplancton son difíciles de identificar en el Océano Austral, que se ha observado una disminución general en la diversidad y abundancia de especies a medida que se avanza hacia el sur. Sin embargo, se identificaron tres grupos no exclusivos de especies, a saber: grupos oceánicos, grupos en plataformas insulares y en plataformas de altas latitudes, observándose una extensa superposición entre estos grupos. Las especies indicativas del grupo oceánico incluyen salpas; las especies indicativas del grupo de plataformas insulares incluyen mísidos y las indicativas de los grupos en plataformas de altas latitudes incluyen *E. crystallophias*.

4.27 En cuanto a la dieta, se consideró que las salpas eran organismos principalmente herbívoros. Los copépodos, según la especie, son herbívoros, carnívoros u omnívoros. Los mísidos y anfípodos se consideraron carnívoros y los eufáusidos omnívoros.

4.28 En lo que respecta al tiempo de generación, se consideró que las salpas y copépodos responden más rápido cuando las condiciones son favorables, con un tiempo de generación de 0,5 a 1 año. El tiempo de generación de los mísidos se estimó en 2 años, el de los anfípodos en 1 a 2 años y el de eufáusidos en 2 años.

4.29 En cuanto a la distribución por estrato de profundidad, se definieron tres zonas: la zona epipelágica de 0 a 400 m de profundidad, la zona mesopelágica de más de 400 m de profundidad, y la zona epibéntica hasta 50 m del fondo en profundidades de 100 a 400 m. Durante el verano todos los grupos taxonómicos se encuentran principalmente en la zona epipelágica, con excepción de los mísidos que prefieren la zona epibéntica. Poco se sabe sobre la distribución batimétrica de estos organismos del zooplancton en invierno.

4.30 Los atributos anteriores se presentan en forma resumida en la tabla 8.

## Especies objetivo

4.31 El taller se basó en los documentos WG-EMM-04/24, 04/50 y 04/59 para definir los elementos de las especies objetivos a ser utilizados en los modelos de ecosistemas para probar las estrategias de ordenación del kril. Las discusiones se concentraron en dos especies, el draco rayado (*C. gunnari*) y el kril (*E. superba*). Se estimó que las especies *Dissostichus* podrían ser incorporadas a la estructura del modelo en una etapa posterior, pero no serían consideradas por ahora.

### Dracos

4.32 En la tabla 9 se resumen las propiedades de *C. gunnari* para su inclusión en la estructura general del modelo del ecosistema antártico.

4.33 *C. gunnari* es uno de los componentes principales del ecosistema marino subantártico en la región del mar de Escocia y en la plataforma norte de Kerguelén. La biomasa de *C. gunnari* es abundante a lo largo de su rango de distribución, aunque puede variar considerablemente entre distintas localidades y con el paso del tiempo. El taller notó que la distribución de la especie no es homogénea en la región subantártica; hay una población en la región del Atlántico sur alrededor de las islas Georgia del Sur, las rocas Cormorán, las Orcadas del Sur, las Shetland del Sur y la punta de la Península Antártica (figura 9); y poblaciones en el sector norte de la plataforma de las islas Kerguelén y Heard.

4.34 Dentro de su rango de distribución, los stocks de *C. gunnari* se encuentran exclusivamente en las plataformas que rodean las islas. Las subpoblaciones en cada zona principal de distribución muestran propiedades biológicas bien definidas, como por ejemplo, talla máxima, crecimiento, fecundidad, temporada de desove y fluctuaciones en la abundancia. En todas partes la abundancia es un factor muy variable y las fluctuaciones en distintas áreas no parecen estar sincronizadas. La variabilidad en la abundancia de esta especie parece deberse a la considerable variación en el éxito del reclutamiento y a la variación interanual en la abundancia de los peces adultos. Se presume que la alta variación en la abundancia de las clases anuales observada en todas las poblaciones se debe a factores medioambientales como por ejemplo:

- Malas condiciones de alimentación, debido a lo cual una baja proporción de peces maduros llegan a la etapa de desove, p.ej. en la región de Georgia del Sur;
- Baja tasa de eclosión de huevos porque no se alcanza la temperatura óptima, o por depredación;
- Baja tasa de supervivencia de larvas por falta de alimento, por advección de corrientes en la zona de criadero, o por depredación.

Pese a que no se conocen bien los procesos responsables de lo anterior, el taller estimó que la variabilidad del reclutamiento debía incluirse en la estructura del modelo.

4.35 La modelación de las poblaciones de *C. gunnari* puede estructurarse según la talla o la edad, de acuerdo a métodos bien documentados en la bibliografía. Si bien se dispone de información suficiente como para elaborar modelos dinámicos estructurados según la talla que

podrían superponerse a las características batimétricas, el taller indicó que esta especie podía ser representada por tres estadios de vida – estadios tempranos de vida, juveniles y adultos (figura 10).

4.36 Se reconoció que el draco rayado es un componente de dos zonas con presas distintas:

- En la zona del Atlántico sur, el ítem principal de la dieta es *E. superba*. Los dracos larvales y juveniles se alimentan de kril desde el estadio de larva (furcilia) a ejemplares adultos. Cuando el kril es escaso, todos los estadios de *C. gunnari* pueden cambiar su alimentación a *T. macrura*, o a anfípodos y mísidos.
- En la plataforma de Kerguelén donde no existe *E. superba*, el componente principal de la dieta es *E. vallentini*, seguido de *T. gaudichaudii*.

4.37 Entre los depredadores del sector del Atlántico se incluyen otras especies de peces, albatros en ciertos años y pingüinos. La dieta del lobo fino incluye una mayor proporción de *C. gunnari* en años de escasez de kril. En la región de la plataforma de Kerguelén, la depredación es menos intensa.

4.38 A fines de la década de los 90 se reanudó la pesquería de esta especie en las islas Georgia del Sur y Heard. Se ha sugerido que la naturaleza del ecosistema puede haber cambiado desde el período de intensa explotación de tal manera que se redujo la capacidad de aguante de la población de *C. gunnari*. No se ha podido determinar si este fenómeno se debe a la pesca insostenible en el pasado o a un cambio en el medio ambiente o en alguna otra parte del ecosistema. La disminución de la pesca de *C. gunnari* en Kerguelén durante los últimos 10 años ha sido atribuida a un desvío del frente polar hacia el sur (WG-EMM-04/59).

4.39 Las prospecciones regulares de *C. gunnari* alrededor de Georgia del Sur indican que la distribución de esta especie es altamente heterogénea, y es posible que esto deba incluirse en los modelos.

4.40 El taller estimó que en cada lugar geográfico se consideren por lo menos tres elementos de *C. gunnari* (larvas, juveniles y adultos). Se indicó además que los huevos podrían ser un elemento adicional si había razones para considerar que la depredación de huevos es un factor importante.

## Kril

4.41 En la tabla 10 se resumen las propiedades de *E. superba* para su inclusión en la estructura general del modelo del ecosistema antártico.

4.42 El taller indicó que si bien el kril poseía una distribución circumpolar, las concentraciones más densas y la distribución latitudinal más amplia se encuentran en el Atlántico suroeste (figuras 11 y 12). Se expresaron dos opiniones diferentes en cuanto a la distribución de la frecuencia de tallas/estadios de desarrollo del kril (el componente juvenil y adultos en desove):

- i) En WG-EMM-04/50 se presentó un modelo conceptual general sobre el ciclo de vida del kril donde se representan los conceptos existentes sobre la distribución

del kril en lo que respecta a la separación de juveniles cerca y lejos de la costa, al stock reproductor y a las larvas. El modelo trató de tomar en cuenta las relaciones observadas entre el kril antártico y su entorno biótico y abiótico, centrándose en el efecto de las fuerzas medio ambientales tales como las propiedades del hielo marino y de los sistemas de corrientes circulares o remolinos (figuras 13 y 14). El taller indicó que aún no se ha llegado a un acuerdo sobre si la región de Georgia del Sur debe ser considerada como una zona donde el kril no desova con éxito, y sobre qué proporción del reclutamiento proviene de fuera de Georgia del Sur.

- ii) También se presentó y examinó otra opinión relacionada con las islas Orcadas del Sur (figura 15).

4.43 El taller acordó que el modelo del kril podría incluir cuatro estadios de vida (huevos, larvas, juveniles y adultos) por su separación espacial y porque el objetivo principal de la pesquería es kril adulto. El ciclo de vida del kril determina que los embriones y larvas se desarrollan en lugares muy distintos a los de poblaciones de kril adulto, evitándose así la competencia por el alimento y la depredación de larvas por parte del kril adulto.

4.44 Se examinaron dos conceptos distintos relativos a la distribución horizontal:

- i) El primero describe la distribución de kril como un flujo coherente a través de extensas áreas, incluidas algunas áreas donde se retienen altas concentraciones y donde la producción local es importante.
- ii) El segundo describe la distribución de kril como un conjunto de poblaciones separadas restringidas a los principales sistemas de corrientes circulares del Océano Austral (WG-EMM-04/50).

4.45 El taller examinó distintas hipótesis sobre las fluctuaciones estacionales del movimiento horizontal del kril en el Atlántico suroeste, y concluyó que un modelo operacional de ecosistema centrado en kril ayudaría a explorar las posibles alternativas:

- i) La primera hipótesis sugiere que el kril es transportado por advección de oeste a este con el flujo de la CCA en el verano, y que el transporte se va haciendo más lento (o cesa) a medida que la superficie del mar se congela a principios del invierno. El kril se distribuye entonces en los primeros 50 m debajo del hielo, donde se alimenta de las algas del hielo y está expuesto a una menor depredación. Cuando el hielo retrocede en la primavera, el kril está expuesto una vez más a la advección por el flujo de la CCA.
- ii) Otra hipótesis podría ser que en las zonas de la plataforma donde el hielo marino no es extenso, el kril migra hacia el fondo y permanece allí durante el invierno.

4.46 Además de la dispersión bidimensional del kril, los modelos plausibles del ecosistema deben tomar en cuenta la migración vertical circadiana (MVD). Esta migración tiene un componente estacional y latitudinal que probablemente está relacionado con la luz disponible (proceso evolutivo), aunque también puede reflejar una respuesta a la depredación (comportamiento evasivo).

4.47 La migración vertical circadiana de *E. superba* en el verano parece depender de la latitud. En el sector norte de su zona de distribución (Georgia del Sur) el kril migra de 0 a 150 m. Más al sur, el kril parece migrar menos, y en el sector sur de su zona de distribución (mares de Ross y de Weddell) este fenómeno no ocurre en absoluto. Se cree que la tendencia a migrar verticalmente está relacionada con los cambios de la luz disponible en el verano (máximo en bajas latitudes y mínimo en altas latitudes). La visión general de la migración vertical circadiana en el invierno es más difícil. Durante los meses de invierno los arrastreros de kril calan sus redes a mayor profundidad en Georgia del Sur y se han observado manchas de kril cercanas al fondo, aunque no se sabe cuán típico es este comportamiento. La variación circadiana de las capturas de kril observada durante una campaña de investigación llevada a cabo recientemente en el mar de Weddell, en invierno, mostró una migración vertical de 0 a 200 m por lo menos.

4.48 La abundancia y el reclutamiento interanual varían considerablemente. La población depende principalmente del rendimiento reproductivo y de la supervivencia de larvas en el invierno. La variable clave es el hielo marino, que probablemente es indicativa de los recursos alimenticios en invierno (algas del hielo) y en la primavera (floración en el borde del hielo).

4.49 Se considera que el kril adulto se alimenta indiscriminadamente de material en suspensión en la zona pelágica, y consume autótrofos, pequeños heterótrofos y materia de detrito, y debido a que por naturaleza forma conglomerados, puede causar la eliminación local del material particulado de la zona eufótica. El período crítico para la alimentación de las larvas de kril es desde fines del verano hasta la primavera mientras que para el kril adulto es desde la primavera hasta fines del verano. De esta manera se evita aún más la competencia por el alimento entre los distintos estadios del ciclo de vida del kril.

4.50 El taller observó que había suficiente información para caracterizar la población e implementar el modelo conceptual resumido en las tablas 3 y 4. Esta información incluye datos sobre el ciclo de vida, la interacción entre el hielo y las características oceanográficas y los diferentes estadios del ciclo de vida, y componentes importantes de los enlaces pertinentes a la demografía y la trama alimentaria.

4.51 Se estima que la estructura jerárquica de las concentraciones de kril consiste de individuos en cardúmenes dentro de las manchas que forman concentraciones. Esta estructura afectará las interacciones entre el kril, sus depredadores y la pesquería (párrafo 4.94).

## Especies mesopelágicas

### Peces mesopelágicos

4.52 El taller se basó en los documentos WG-EMM-04/24 y 04/58 para considerar cómo se podrían incorporar los peces mesopelágicos en la estructura del modelo operacional del ecosistema antártico.

4.53 A este fin el taller estimó que los peces mesopelágicos podrían dividirse en cuatro elementos sobre la base de:

- La distribución de grupos taxonómicos asociados con la zona del frente polar y aquellos distribuidos desde la zona del frente polar hacia el sur;
- Las diferencias de la distribución entre las plataformas insulares y el continente antártico y aquellas asociadas a las zonas frontales de alta productividad en aguas de altura.

En la tabla 11 se presenta un resumen de los fundamentos de esta división. Las propiedades de cada elemento se presentan en las tablas 12(a) a la 12(c).

4.54 Se consideró que esta clasificación era adecuada dada la información y experiencia a disposición del taller. En el futuro se podría examinar más a fondo esta clasificación en términos de los grupos taxonómicos (p.ej. especies), de la distribución, clases de tallas, madurez sexual, u otra consideración. El taller propuso que sería conveniente que la tarea de revisar esta clasificación fuera remitida al WG-FSA.

#### Cuestiones que podrían requerir un examen más detallado

4.55 ¿Se deben considerar los peces béticos (p.ej. nototénidos y *Dissostichus* spp.) como un componente separado del modelo?

4.56 ¿Hasta qué punto los depredadores con colonias reproductoras en el continente antártico (p.ej. aves y pinnípedos en reproducción) consumen calamares, peces nototénidos y kril sobre la plataforma continental o cerca de ella? (WG-EMM-04/59).

#### Calamar

4.57 El taller se basó en los documentos WG-EMM-04/24 y 04/28 cuando consideró cómo se podría incorporar al recurso calamar en un modelo operacional del ecosistema antártico.

4.58 El taller estimó que en términos del modelo operacional, el recurso calamar podría dividirse en cinco componentes:

1. Calamares de la familia Onychoteuthidae – juveniles
2. Calamares de la familia Onychoteuthidae – adultos
3. Calamares de la familia Ommastrephidae – juveniles
4. Calamares de la familia Ommastrephidae – adultos
5. Calamares del necton de tamaño pequeño a mediano.

Las propiedades de cada componente figuran en las tablas 13(a) a la 13(c).

4.59 El taller estimó que en el caso de los calamares de las familias Onychoteuthidae y Ommastrephidae, era necesario incorporar tanto a los adultos como a los juveniles, dadas las diferencias en cuanto al tamaño, a la separación espacial, y a las presas y depredadores correspondientes a cada estadio del ciclo de vida.

4.60 En relación con los calamares de la familia Ommastrephidae, se indicó que las zonas de desove y la distribución de los juveniles de la especie, predominante en el Atlántico sudoeste, se encuentran en la plataforma patagónica fuera del Área de la Convención de la CCRVMA. Será necesario considerar cómo se podría incorporar al modelo esta separación espacial. Asimismo, se indicó que hay estudios que sugieren que algunas especies de calamar de la familia Onychoteuthidae podrían tener un ciclo de vida de dos años, en lugar de un año.

4.61 El taller acotó que en general se cree que el canibalismo entre calamares es alto, aunque no se dispone de la información necesaria para determinar su alcance. Se propuso incluir en el modelo funciones de la depredación que permitan estudiar el significado de las distintas suposiciones sobre el canibalismo.

4.62 El taller indicó asimismo que las especies de calamares más grandes, como *Mesonychoteuthis hamiltoni*, pueden representar el equivalente funcional de los grandes depredadores vertebrados pelágicos de los sistemas temperados y tropicales, como los de la familia Scombridae, y estimó que sería importante explorar las consecuencias de las distintas suposiciones en cuanto al papel de tales calamares en las redes alimentarias.

4.63 Si bien la clasificación anterior del recurso calamar fue considerada apropiada dada la información y experiencia disponible para el taller, sería conveniente realizar un estudio más detallado del papel que jugarían los calamares de las familias Psychroteuthidae, Galiteuthidae y Cranchiidae. Asimismo, podría ser necesario considerar los cefalópodos epibentónicos.

#### Aves y mamíferos marinos

4.64 El área de alimentación potencial de las aves y mamíferos marinos en el Océano Austral es extensa. Se clasificó este vasto grupo de animales en dos categorías generales, sobre la base del área de distribución limitada por su reproducción:

- i) Aquellos que en una de las etapas de su ciclo vital deben buscar alimento en torno a un lugar central (es decir, se deben reproducir en tierra donde la progenie permanece hasta su independencia; uno o ambos progenitores realizan viajes de alimentación repetidamente desde dicho lugar para proveerles de alimento), p.ej. el lobo fino antártico, los pingüinos y las aves voladoras;
- ii) Aquellos que tienen una distribución pelágica (es decir, los cetáceos) o bien arriban a tierra o hielo para dar a luz, como las focas de la familia Phocidae.

4.65 Las características del ciclo vital de estos dos grupos reflejan también hasta qué punto la reproducción de una especie depende de la ingestión reciente de alimento (aquellas especies que procuran el alimento necesario para la progenie durante la crianza de la misma, como el lobo fino antártico), o del almacenamiento corporal de reservas con alimento adquirido antes del nacimiento de la progenie, como en el caso del elefante marino del sur.

4.66 El taller consideró los documentos WG-EMM-04/22 (cormoranes), 04/24 (especies migratorias en general), 04/53 (pingüino adelia) y 04/65 (mamíferos marinos) para facilitar la descripción de los elementos de estos grupos taxonómicos.

4.67 El taller se concentró en los siguientes temas:

- i) La identificación de elementos/componentes importantes de cada uno de los grupos principales;
- ii) El desarrollo de representaciones visuales de los modelos conceptuales de la dinámica de cada grupo, incluidas las funciones que puedan causar una transición de una etapa del ciclo vital a otra, y la ubicación de las principales áreas de alimentación en relación con las principales características oceanográficas y topográficas del Océano Austral. En las figuras 16 a la 20 se dan los ejemplos correspondientes;
- iii) El desarrollo del marco para la consideración de los parámetros y funciones que se deberán calcular para las matrices de transición de poblaciones y para representar las actividades de alimentación de los depredadores en escalas temporales y espaciales;
- iv) La identificación de la labor que debe realizarse en el futuro para convalidar los modelos conceptuales y obtener los parámetros apropiados.

4.68 Estos temas fueron examinados en relación con las siguientes especies y grupos taxonómicos:

1. Animales que se alimentan en torno a un lugar central:
  - i) Pingüinos adelia, de barbijo, papúa, macaroni, emperador y rey;
  - ii) Lobo fino antártico;
  - iii) Albatros de ceja negra, de cabeza gris, errante y oscuro de manto claro;
  - iv) Petrel gigante;
  - v) Petreles grandes (de mentón blanco, damero, de las nieves, antártico, paloma antártica, etc.);
  - vi) Petreles pequeños (paloma antártica, petrel buceador, petrel de las tormentas);
  - vii) Skúas salteadores, gaviotas, gaviotines, cormoranes.
2. Animales que no se alimentan en torno a un lugar central:
  - i) Ballenas mysticetas
  - ii) Ballenas odontocetas (cachalotes y cetáceos pequeños)
  - iii) Orcas
  - iv) Focas del campo de hielo (cangrejas, del Mar de Ross y leopardo)
  - v) Focas de Weddell
  - vi) Elefante marino del sur.

## Características del ciclo vital y demografía

### Aves

4.69 El taller indicó que el modelo conceptual que figura en WG-EMM-04/53 servía de base para describir, en general, las transiciones entre los distintos elementos del ciclo vital de un ave. El modelo general aparece en la figura 21. Es posible que se tenga que considerar más a fondo algunas aves para determinar si es posible que ejemplares pre-reproductores acaban no reproduciéndose (ya sea en buena o mala condición corporal) debido a su tamaño, su comportamiento durante la búsqueda de alimento o a factores que afectan la supervivencia.

### Pingüinos

4.70 El taller consideró que durante cierto período de la temporada de reproducción, todos los pingüinos mencionados (adelia, de barbijo, papúa, macaroni, emperador y rey) realizaban viajes en búsqueda de alimento alrededor de un área central (figura 22). Es posible que por ciertos períodos los ejemplares potencialmente reproductores y aquellos que no lo serán exhiban el mismo comportamiento por cierto tiempo. Esto se debe a que se les puede encontrar en las colonias de reproducción mezclados con los reproductores, pero las exigencias energéticas posiblemente no sean equivalentes a las de las aves reproductoras (WG-EMM-04/53). La demografía de estas poblaciones se podría resumir en la forma representada en la figura 23. El taller consideró que estas características tendrían que ser definidas con mayor detalle para los pingüinos adelia presentes en áreas distintas a la isla Béchervaise y para las otras especies de pingüino.

4.71 En el caso de los pingüinos adelia, el taller revisó el modelo conceptual presentado en WG-EMM-04/53 y desarrolló algunas opciones para las funciones que podrían afectar la dinámica de las poblaciones de esta especie. A este fin, la matriz de transición presentada en la tabla 14 proporcionó la base para estas discusiones.

4.72 En relación con la matriz de transición para los pingüinos adelia, se deben considerar los siguientes puntos:

- i) Baja supervivencia en el primer invierno:
  - a) Donde  $S_{1,t} = f(\text{FA}, \text{biomasa de la población y de otros competidores, condición, depredación})$ , donde FA representa la disponibilidad de alimento;
  - b) Una relación sigmoidea entre  $S_{1,t}$  y FA, y una función sigmoidea decreciente de la biomasa de la población y competidores;
- ii) Se espera que la supervivencia hasta antes de alcanzar la etapa de reproducción (período que puede durar de 3 a 5 inviernos) es mayor que la del primer año;
- iii) La transición de pre-reproductor a reproductor depende de la condición después del invierno y de FA;

- iv) La transición de no-reproductor a reproductor probablemente sea alta porque pocas aves no se reproducen por dos años consecutivos;
- v) La supervivencia de los reproductores en el invierno probablemente sea mayor que la de los polluelos emplumados;
- vi) La supervivencia estival de los reproductores depende de la depredación por parte de la foca leopardo, del coste energético y de otros factores; y la supervivencia prevista de los reproductores es menor que la de los animales que no se reproducen;
- vii) El éxito de la reproducción depende de la edad y experiencia de los reproductores (función escalón), FA (aumento sigmoideo), depredación por skúas (disminución exponencial) y condiciones del tiempo (función escalón).

4.73 El taller consideró varias funciones posibles en relación al efecto de varios parámetros en la supervivencia y el éxito de la reproducción. Estas incluyeron las relacionadas con:

- i) La supervivencia de los polluelos emplumados durante el primer invierno; posiblemente relacionadas con:
  - a) La condición al emplumar (posiblemente una distribución asimétrica);
  - b) La disponibilidad de alimento (quizás una función sigmoidea positiva);
  - c) depredación (posiblemente una función sigmoidea negativa).
- ii) La extensión y densidad del hielo marino (puede aumentar la disponibilidad de alimento, o bien puede reducir la zona de alimentación, y por ende las funciones asociadas pueden adoptar diversas formas).

#### .Aves voladoras

4.74 Los principios y procesos que afectarán las matrices de transición correspondientes a los diversas aves voladoras serán similares. Factores adicionales de posible o particular importancia para este grupo podrían ser el efecto de la mortalidad incidental (dentro y fuera del Área de la Convención), y la disponibilidad de alimento suplementario de los desechos y/o restos de las pesquerías.

4.75 El taller señaló que los siguientes factores pueden afectar los distintos estadios del ciclo vital de las aves voladoras:

- i) Efectos en la supervivencia de los polluelos en la zona subantártica producidos por enfermedades, exposición a los elementos, aprovisionamiento, depredadores que se alimentan de carroña y otros depredadores, y principalmente por inanición;
- ii) Los polluelos volantones serán afectados por la provisión de alimento, que si es deficiente puede conducir a la mortalidad por inanición;

- iii) Las aves juveniles y adultas en el mar serán afectadas por la depredación, las actividades antropogénicas (en particular la pesca con palangres en relación con las especies de gran tamaño y los petreles de mentón blanco) y los contaminantes, pero las aves que se alimentan de carroña también se beneficiarán con los desechos y restos de pescado.

4.76 De manera similar al ejemplo dado en la tabla 14, se elaboró una matriz de categorías taxonómicas y de sus posibles estados para proporcionar una base para el desarrollo de las matrices de transición apropiadas para estos grupos taxonómicos (tabla 15).

#### Mamíferos marinos

4.77 También se observa en las focas un proceso de transición entre estadios similar al ilustrado en la figura 22, pero este grupo de animales difiere de las aves en el grado de dimorfismo sexual y en la contribución relativa de cada sexo a la crianza de la progenie. En el caso del lobo fino antártico, las hembras reproductoras están sujetas a un régimen similar de búsqueda de alimento en torno a un lugar central, pero no existe esta restricción para las focas de la familia Phocidae y para los cetáceos.

4.78 Siguiendo el ejemplo dado en la tabla 14, se elaboró una matriz de categorías taxonómicas y posibles estadios, a fin de proporcionar una base para el desarrollo de matrices de transición apropiadas para estos grupos taxonómicos (tabla 15).

#### Dinámica trófica

4.79 Todas las especies y grupos de especies deben figurar en la representación de la dinámica trófica, incluida la caracterización de:

- i) La dieta
- ii) La distribución (horizontal y vertical según corresponda).

Ambos factores pueden variar según la época del año y la región.

#### Dieta

4.80 La tabla 16 proporciona un ejemplo de cuán detallados podrían ser los datos requeridos para caracterizar los principales tipos de presa en la dieta de los depredadores. La tabla 17 proporciona una ilustración cualitativa de los tipos de dieta y de su asignación a nivel de especie de depredador o de otras especies. La consideración de la dieta, en el contexto de la subdivisión de las escalas espaciales y temporales adecuadas, es un elemento importante de la labor futura.

## Distribución espacial y zonas de alimentación, por estrato de profundidad

4.81 Se desarrolló un modelo generalizado de la distribución vertical de las actividades relacionadas con la búsqueda de alimento de varios grupos taxonómicos de depredadores que respiran aire (figura 24). En general, los depredadores encontrados en el estrato superior de 100m son especies que se alimentan principalmente de kril, y los que consumen peces y calamares se encuentran por lo general a mayor profundidad.

4.82 En relación con el modelo conceptual de buceo de la figura 24, se puede caracterizar a los pingüinos, las focas (excepto el elefante marino austral) y las aves voladoras, es decir los grupos 1 al 7, como especies que habitan en la superficie y se zambullen para alimentarse. Se puede caracterizar al elefante marino del sur y a las ballenas de la familia Odontocetidae como especies que viven y se alimentan dentro del estrato de profundidad de 500 a 1 500 m y suben a la superficie para respirar. Las flechas de la figura indican la dirección del desplazamiento desde su ubicación principal, donde pasan la mayor parte de su tiempo.

4.83 Las tablas 18 y 19 consideran la distribución horizontal de las especies y grupos taxonómicos en distintos estadios del ciclo vital durante el período de reproducción y el período no reproductivo. El taller consideró asimismo la importancia de las condiciones limítrofes de cualquier modelo operacional, para que puedan dar cuenta de la dispersión y migración estacional de las aves y mamíferos marinos, que a su vez indica el tiempo que los animales pasan dentro y fuera del Área de la Convención.

### Pesquerías

4.84 El taller consideró los documentos WG-EMM-04/24 y 04/51 en sus deliberaciones a fin de definir los componentes de las pesquerías que pueden ser utilizados en los modelos de ecosistemas para probar los enfoques de ordenación del ecosistema. La discusión se centró en dos pesquerías: la de kril y la del draco rayado.

#### Pesquería de kril

4.85 La naturaleza de la pesquería de kril fue considerada sobre la base del comportamiento de la pesquería japonesa de kril notificada en el documento WG-EMM-04/51. El taller reconoció que el tipo de información proporcionada, como por ejemplo las decisiones tomadas por el capitán para enfrentar la variación de las circunstancias en el curso de la temporada de pesca (tabla 20), es un factor importante para el desarrollo de un modelo de la pesquería de kril.

4.86 En el Área 48, las áreas de pesca por lo general se encuentran alrededor de las islas. Algunas áreas se encuentran subdivididas en caladeros de pesca locales (figura 25).

4.87 En el transcurso de la temporada de pesca, la flota japonesa prefiere pescar en las zonas más cercanas al borde de hielo en lugar de las otras áreas disponibles (figura 26). Las modalidades de la pesca se caracterizaron en mayor detalle según la sucesión de propiedades físicas y biológicas de cada estación en el caladero de pesca (figura 27).

4.88 Los barcos a menudo se desplazaron entre los caladeros locales de pesca, y en ocasiones a áreas diferentes para buscar concentraciones explotables (es decir, en cuanto a la densidad, estructura, condición del kril, etc.).

4.89 El taller consideró las propiedades de las pesquerías de kril, primero identificando las opciones posibles para los grupos taxonómicos, estadios del ciclo de vida y unidades, como se describe en WG-EMM-04/24. A continuación, se discutieron las opciones para los componentes básicos del modelo, el tipo de decisiones tomadas, y los diversos factores que determinan el comportamiento de la pesquería.

4.90 Si bien los barcos de pesca de kril tienden a operar a nivel de flotas nacionales, el comportamiento de cada barco depende en gran parte del capitán de pesca. El grupo taxonómico debiera definirse para cada barco a fin de reflejar estas diferencias en el comportamiento de cada uno de ellos. Esto es especialmente importante debido a que hay pocos barcos (5–10), y se dispone de algunos datos de observación por barco. Estas propiedades se describen en detalle en la tabla 21.

4.91 La modalidades de la pesca examinadas por el taller se derivaron de los datos de la pesquería japonesa de kril. Dado que es posible que existan diferencias entre naciones y flotas en relación con la preferencia de un caladero y estrategias de pesca en particular (figura 28) (CCAMLR-XXI), el taller estuvo de acuerdo en que tales diferencias deberán ser incluidas en cualquier modelo de la pesquería de kril. El taller recomendó que este tipo de análisis fuese llevado a cabo para las pesquerías de kril de otros países.

4.92 En general, el taller reconoció que las modalidades de pesca consideradas se refieren a la pesca realizada bajo las disposiciones y cuotas actuales. Recordando que el objeto de los modelos plausibles del ecosistema marino antártico es la evaluación de diversos enfoques de ordenación del recurso kril, el taller opinó que era esencial que cualquier modelo fuese capaz de probar los enfoques de ordenación reproduciendo el comportamiento de la pesquería bajo diversas condiciones reglamentarias, incluida la fijación de límites de captura en escalas espaciales y temporales menores que las definidas por las medidas de conservación en vigor.

4.93 Para conseguir este objetivo, es posible que el modelo de la pesquería tenga que simular el caso de varios barcos que pescan con distintas estrategias y requisitos operacionales (párrafos 4.22 y 4.51). Por tanto, el modelo operacional tendrá que:

- i) Incorporar concentraciones regionales de kril que constituirían los “caladeros locales de pesca” incluidas:
  - a) Las concentraciones de kril de los caladeros de pesca “conocidos;
  - b) Las concentraciones de kril en áreas que actualmente no son explotadas.
- ii) Caracterizar el tipo de concentraciones y su distribución dentro de los caladeros de pesca locales de tal manera que permita la discriminación entre los resultados de las diferentes estrategias de pesca de las distintas flotas pesqueras.
- iii) Representar el efecto de la pesca en las concentraciones (es decir, la disminución de la abundancia y del tamaño de las concentraciones como resultado de las extracciones o de la dispersión; y la reagrupación de los cardúmenes después de la captura o dispersión, el flujo, etc.), a fin de que se pueda:

- a) Dar cuenta del efecto de las diferentes estrategias de pesca de la flota;
  - b) Describir los efectos en el éxito de la alimentación de los depredadores.
- iv) Representar en el modelo los factores que afectan la calidad de la captura, como por ejemplo, la distribución del fitoplancton y las salpas, en una escala cuya resolución permita que el modelo represente el comportamiento de los barcos en respuesta a estas propiedades.

4.94 Como fuera discutido en los documentos WG-EMM-04/24 y 04/67 y en relación con el punto 4.93(iii), el taller indicó que algunos trabajos han descrito las propiedades de las concentraciones de kril al examinar la captura por unidad de esfuerzo de las pesquerías de kril (Butterworth, 1988b; Mangel, 1988; Kasatkina y Latogursky, 1990; Kasatkina y Ivanova, 2003; Litvinov et al., 2002; Litvinov et al., 2003, WG-EMM-03/31). Se han llevado a cabo varios estudios del efecto de la depredación en las concentraciones de kril (WG-EMM-96/20, WG-EMM-96/67, Boyd et al. (1997), WG-EMM-97/28, 97/64, Murphy et al. (1988), Miller y Hampton (1989), Alonzo et al. (2003a, 2003b)). El taller estuvo de acuerdo en que la integración de estos enfoques facilitaría el examen de los efectos de las actividades de pesca en la búsqueda de alimento por parte de los depredadores. Reconoció asimismo que se necesitaba realizar más estudios al respecto además de considerar el detalle, la complejidad y escala del modelo al incorporar estas interacciones al modelo general del ecosistema.

#### Pesquería de dracos

4.95 El Administrador de Datos describió las características generales de esta pesquería, sobre la base de su conocimiento del contenido de la base de datos de la CCRVMA.

4.96 Se reconoció que actualmente la pesca en el Área 48 solamente estaba permitida alrededor de Georgia del Sur y que el tamaño de la flota pesquera actual es pequeño (<5 barcos en cualquier temporada). Sin embargo, en el pasado las capturas de dracos fueron mucho mayores (>80 000 toneladas), y las operaciones pesqueras se realizaban también alrededor de las islas Orcadas y Shetland del Sur. Los arrastres de fondo están prohibidos en esta pesquería, y la mayoría de las extracciones de draco se efectúan con arrastres pelágicos (figura 29).

4.97 Las pesquerías de dracos han operado asimismo en el Área 58, y la pesca en la División 58.5.2 está regulada por la Medida de Conservación 42-02.

4.98 Una de las diferencias más significativas entre las pesquerías de dracos y las de kril es que las primeras son evaluadas anualmente por el WG-FSA y operan bajo estrictas reglas de ordenación. En la Subárea 48.3, estas reglas incluyen el cierre temporal del área de pesca durante la época de desove, una regla que dispone el desplazamiento del barco para minimizar la captura de peces de talla <240 mm y límites para la captura secundaria (Medidas de Conservación 33-01 y 42-01).

4.99 Las características de las pesquerías de dracos fueron consideradas de conformidad con el procedimiento utilizado para evaluar la pesquería de kril. Las propiedades se describen en la tabla 22.

4.100 A fin de representar adecuadamente la operaciones de la pesquería de dracos en un modelo, éste debe ser capaz de:

- i) Representar de forma realista la estructura de edades y la distribución con relación a la topografía del fondo;
- ii) Representar la dinámica de las especies de la captura secundaria.

## POSIBLES REPRESENTACIONES DEL ECOSISTEMA MARINO ANTÁRTICO

5.1 El taller consideró las circunstancias que se deben tomar en cuenta al evaluar la solidez de los procedimientos de ordenación del kril en relación con la incertidumbre estructural del modelo. Esta discusión se centró en dos temas principales. El primero fue la credibilidad del modelo y el segundo la capacidad del modelo para explorar los aspectos de la dinámica del ecosistema.

5.2 En relación con la credibilidad del modelo, se hicieron varias preguntas. Estas preguntas incluyen:

- i) ¿Cuán sensible es el modelo a otras hipótesis relacionadas con procesos críticos?
- ii) ¿Cuáles son los datos y/o estudios requeridos para distinguir entre opciones significativas?
- iii) ¿Cuán estrecha debe ser la similitud entre el comportamiento del ecosistema representado por el modelo y las observaciones?
- iv) ¿Cuán detallado debe ser un modelo plausible?

5.3 Ejemplos de las cuestiones presentadas *supra* incluyen la consideración de:

- i) Varias hipótesis sobre las interacciones entre especies (p. ej., ballenas y focas);
- ii) Varias hipótesis sobre vías alimentarias;
- iii) La utilización de valores diferentes para los parámetros del ciclo de vida (es decir, datos demográficos);
- iv) La utilización de formulaciones con otros componentes.

5.4 Con respecto a la cuestión de la dinámica del ecosistema, se reconoció que era importante limitar el número de las posibilidades que deben ser exploradas, y se clasificaron en una serie de temas. Estos incluyen:

- i) La respuesta del sistema representado a los cambios producidos por factores ambientales extremos (factores de forzado). Para ello se tendría que elegir los factores de forzado y el grado y dirección del cambio. Por ejemplo, se podría explorar la respuesta del modelo a los cambios climáticos graduales en comparación con la respuesta provocada por un cambio más repentino. Los ejemplos más específicos incluyen la respuesta del sistema a un cambio en la

formación de corrientes de agua en el lecho marino antártico o de la circulación superficial de aguas antárticas; la rápida reducción de la extensión del hielo invernal o las grandes variaciones de la producción primaria que ocurren a nivel de décadas; la intensificación de la radiación ultravioleta y su efecto en los organismos epipelágicos como las larvas de kril.

- ii) La sensibilidad y dinámica del sistema representado en el modelo a varias condiciones iniciales y/o a factores de forzado artificiales. Por ejemplo, se podría estudiar el efecto de diferentes tamaños de la población inicial de las ballenas de barbas o del lobo fino antártico, o de un exceso de la producción inicial de kril. Asimismo, se podría estudiar el efecto del ruido aleatorio o de los ciclos periódicos de los factores de forzado.
- iii) Los efectos de los procesos externos y las condiciones limítrofes en el sistema representado. Los ejemplos incluyen los procesos que afectan la dinámica de las poblaciones de ballenas, calamares y aves fuera del Área de la Convención. Otra clase de ejemplos incluye la invasión de especies de climas templados debido al calentamiento del océano y/o cambios de las corrientes marinas.
- iv) El comportamiento requerido del sistema representado para llegar a un estado específico. Por ejemplo, la recuperación de las poblaciones mermadas de ballenas o de pinnípedos.
- v) El efecto de distintos acontecimientos ocurridos durante el desarrollo de varias pesquerías en el sistema representado por el modelo. Esto podría incluir la expansión de la pesca de kril, la explotación excesiva de austromerluza, la expansión de la pesquería de dracos, y el desarrollo de las pesquerías que no caben dentro de la competencia de la CCRVMA.
- vi) El efecto de la reacción del sistema en las poblaciones representadas. Por ejemplo, los cambios observados en una escala temporal de las características del ciclo vital, la selección genética, la distribución espacial y otros efectos demográficos dependientes de la densidad.

5.5 Luego de cierta discusión, se decidió conferir alta prioridad al estudio de las siguientes opciones:

- i) Comportamiento del sistema representado en el modelo en respuesta a factores de forzado artificiales (es decir, conocidos) para comprender mejor las propiedades del modelo;
- ii) Efectos de otras formulaciones del transporte de kril en la dinámica del ecosistema;
- iii) Efectos de cambios climáticos en la producción primaria y/o en la circulación oceánica.

5.6 El taller solicitó también directivas del Comité Científico en relación con las prioridades para el estudio de representaciones realistas y para la labor futura.

## FORMULACIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE MODELOS

6.1 El taller discutió varios puntos relacionados con la formulación y especificación de modelos del ecosistema en general (párrafos 6.2 al 6.4) y de los ecosistemas antárticos en particular (párrafos 6.5 al 6.25).

6.2 El taller acordó que sería conveniente desarrollar un modelo del ecosistema compuesto de módulos relacionados entre sí en lugar de utilizar un solo programa informático de gran tamaño. Los módulos individuales pueden ser utilizados para modelar varios procesos oceanográficos (es decir, módulos separados para las corrientes oceánicas y para el desarrollo estacional del hielo marino) y la dinámica individual de poblaciones de grupos taxonómicos (es decir, módulos separados para el kril antártico y el lobo fino antártico). Este enfoque facilitaría:

- i) El desarrollo de modelos de la dinámica de poblaciones que guarden relación con la información y conocimientos disponibles para cada grupo taxonómico (p.ej. la utilización simultánea de un modelo basado en la estructura de edades para un grupo y de un modelo de la dinámica de la biomasa para otro grupo);
- ii) La construcción y aplicación de módulos que describan los procesos de distintas maneras (p.ej. la comparación de modelos de la alimentación basados en relaciones funcionales o en decisiones individuales);
- iii) La construcción y aplicación de módulos que describan hipótesis distintas (p.ej. la variación regional de la biomasa de kril determinada por la advección o la dinámica de la población local);
- iv) La aplicación, cuando sea apropiado y conveniente, de los modelos existentes;
- v) El progreso en el desarrollo de modelos aún cuando los módulos que describen la dinámica de todos los grupos taxonómicos o de los factores de forzado no hayan sido terminados.

6.3 Si bien el enfoque modular en la elaboración de modelos tiene ventajas evidentes, el taller reconoció que tal enfoque podría introducir problemas específicos de tipo técnico que tendrán que ser examinados, a saber:

- i) La necesidad de conciliar los procesos representados en diversas escalas en los modelos mediante normas aceptadas para la estructuración del ecosistema como por ejemplo, las leyes de la termodinámica y la distribución granulométrica;
- ii) La necesidad de controlar la complejidad general de los modelos, asegurando que los módulos individuales sean elaborados mediante una intuición y enfoque razonables en lo que respecta a cuestiones específicas de interés;
- iii) La necesidad de estructurar los protocolos, programas y bases de datos de modo que vinculen y regulen el flujo de información entre los módulos.

6.4 El taller reconoció que los modelos que describen y relacionan los procesos oceanográficos y la dinámica de las poblaciones con modelos de observación también serán

necesarios. Estos vínculos pueden desarrollarse asegurando que varios módulos del modelo operacional describan la variación del estado de las variables que normalmente se observan (o pueden observarse) en estudios de campo. Por ejemplo,

- i) Un módulo que describa la dinámica del kril antártico debería describir la variabilidad espacial de la distribución de las manchas, concentraciones, etc. en suficiente detalle como para establecer un vínculo razonable con los modelos de observación que describen las prospecciones hidroacústicas y las pesquerías de kril;
- ii) Los módulos que describen la dinámica de algunas poblaciones de depredadores deberían describir la variación del éxito de la reproducción en suficiente detalle como para establecer un vínculo razonable con los modelos de observación que describen la recopilación de datos del programa CEMP;
- iii) Los módulos que describen las corrientes oceánicas deberían caracterizar la variación de la contribución de distintas masas de agua a una región de especial interés y por tanto relacionarla con los modelos de observación que describen los resultados de una prospección oceanográfica dentro de esa región;
- iv) Los módulos de la dinámica de poblaciones de peces deberían describir la variación de la composición por talla (o edad) de las poblaciones y por ende relacionarla con los modelos de observación que describen la variación de la composición por talla (o edad) de las capturas de las pesquerías o de las prospecciones de arrastre.

## Modelos de las interacciones entre especies

6.5 Los modelos de ecosistemas generalmente describen interacciones entre especies y grupos taxonómicos en el contexto de la relación depredador–presa, y también interacciones competitivas (aunque hay muchos otros tipos de interacciones) y la caracterización habitual de tales interacciones afecta enormemente el comportamiento y predicciones de los modelos de ecosistemas.

6.6 El taller enfocó la atención de sus discusiones en las interacciones entre los depredadores y sus presas, pero reconoció que las interacciones de competencia deben ser consideradas también en el futuro desarrollo de modelos de los ecosistemas antárticos. En este contexto, el taller distinguió entre la competencia que puede darse dentro y entre grupos taxonómicos y la competencia que puede darse entre los depredadores de kril y las pesquerías de kril. Estas interacciones competitivas (cuando ocurren) pueden manifestarse en diferentes procesos. En el primer caso, por ejemplo, es posible que algunos animales exhiban comportamientos agresivos al competir con otros por el alimento. En el segundo caso, la extracción abundante y localizada de kril por una pesquería limitaría la disponibilidad de alimento para los depredadores. La elaboración de modelos apropiados de la competencia también serviría para comprender hasta qué punto el “exceso de kril” ocasionado por la eliminación de un depredador puede causar la expansión de la población de otro depredador.

6.7 El taller resumió las interacciones depredador–presa descritas en la sección 4 de este informe mediante ilustraciones conceptuales de varias tramas alimentarias de la Antártida

(figuras 30 a la 34). Cada una de las flechas ilustradas en estas figuras representa una posible interacción depredador–presa que puede requerir representación en el modelo, y el taller reconoció que es posible que el número de las interacciones ilustradas en las figuras aumente o disminuya después de efectuada una revisión. Asimismo, se reconoció que puede resultar innecesario incluir en los modelos todas las interacciones depredador–presa ilustradas en estas figuras para describir cómo fluye la mayor parte de la energía a través de la trama alimentaria. Se debe tener cuidado para que la dinámica de cualquier grupo taxonómico no sea dominada por relaciones no significativas de los depredadores con sus presas.

6.8 La manera más fácil de considerar los vínculos tróficos es subdividirlos sobre la base de su ubicación geográfica y del tipo de presa central. El taller hizo una distinción entre dos tramas alimentarias principales sobre la base de su ubicación geográfica: continentales (incluidos los montes submarinos de altas latitudes) e insulares (incluido el Mar de Escocia). Esta división se refleja asimismo en la respectiva composición taxonómica de estas tramas. Las tramas alimentarias de la plataforma continental se subdividen en las centradas en el kril y las centradas en calamares. De manera similar, las tramas insulares se subdividen en las centradas en kril, calamares y peces. El taller caracterizó con mayor confianza las tramas alimentarias centradas en el kril que las centradas en calamares y peces, y el grupo “otros peces” refleja el reconocimiento de que muchos grupos de depredadores probablemente consumen peces pertenecientes a grupos taxonómicos que no han sido descritos en detalle. A pesar de la mayor incertidumbre en la estructura de las redes secundarias centradas en calamares y peces, su consideración es importante porque posiblemente tienen un efecto marcado en las predicciones de los modelos.

6.9 Los vínculos dependientes de la talla y edad incluidos en las tramas alimentarias ilustradas en las figuras 30 a la 34 señalan dos procesos. El primero es el desplazamiento ontogenético de la distribución espacial del depredador o de la presa. El segundo ocurre cuando los depredadores solamente se alimentan de presas de cierto tamaño, dejando intactos a los ejemplares de talla distinta a las del intervalo en cuestión (muy pequeña o demasiado grande). Si se volviesen a dibujar las tramas alimentarias incluyendo explícitamente los estadios del ciclo vital de cada grupo, los vínculos dependientes de la edad y talla serían mucho más claros.

6.10 Otro aspecto potencialmente importante de los vínculos tróficos en las tramas alimentarias de la Antártida que no ha sido incorporado en las figuras 30 a la 34 es la distribución batimétrica. La estructura trófica mostrada en las figuras es más detallada en la superficie y a una profundidad mediana que en aguas profundas. Esto no tiene importancia si el foco del estudio y la dinámica del ecosistema no cambian. Sin embargo, las predicciones de los modelos desarrollados a partir de los vínculos ilustrados en las figuras 30 a la 34 pueden estar sesgadas si en la investigación, la ordenación y la dinámica del sistema predominan los procesos que ocurren a gran profundidad (p.ej. los grupos y procesos demersales o bénticos). Sería conveniente considerar si algunas de las posibilidades ecológicas, ambientales o pesqueras identificadas en la sección 5 de este informe podrían verse afectadas por este problema.

6.11 Con respecto a las figuras 30 a la 34, el taller también indicó que era posible que algunas tramas alimentarias que no figuran en este informe (p.ej. tramas pelágicas en su totalidad o aquellas relacionadas con los montes marinos profundos, como los del Mar de

Ross y Mar de Weddell, donde abundan la austromerluza, rayas, y el calamar oceánico) tengan que ser estudiadas en más detalle a fin de obtener una representación más integral de la amplia variedad de las principales tramas alimentarias en la Antártida.

6.12 El taller consideró dos métodos para modelar las interacciones depredador–presa: las curvas de respuesta funcional y modelos individuales de la alimentación. Las curvas de respuesta funcional describen la relación entre la abundancia de la presa (o densidad) y el consumo per cápita de la presa por parte de un grupo de depredadores. Los modelos individuales de la alimentación describen las relaciones depredador–presa mediante una representación de las respuestas de ambos a la abundancia (o densidad), a la distribución del otro y a la variabilidad ambiental.

6.13 Se acordó que ambos métodos para describir las interacciones depredador–presa deberían ser estudiados, y el taller opinó sobre ambos enfoques.

6.14 Las curvas de respuesta funcional Tipo II y Tipo III, ilustradas en la figura 35, podrían ser útiles para describir muchas de las interacciones depredador–presa en los ecosistemas de la Antártida. Para los depredadores cuya alimentación se basa en las interacciones individuales con la presa (p.ej. una orca que caza una foca), la curva de respuesta Tipo II podría ser apropiada. En el caso de los depredadores que se alimentan de presas agrupadas en congregaciones de cierta densidad umbral (p.ej. una ballena con barbas que se alimenta de kril), la curva de respuesta Tipo III podría resultar apropiada. Al considerar curvas de Tipo III, el taller reconoció que podría ser necesario medir la abundancia de la presa (o densidad) en diferentes escalas. Por ejemplo, la búsqueda de alimento por parte de las ballenas con barbas puede verse más afectada por la densidad de las manchas dentro de un área de concentración de kril relativamente alta que por la densidad de kril dentro de la mancha, pero lo contrario puede ocurrir en el caso de otros depredadores.

6.15 El taller acotó que la utilización de una sola curva de respuesta funcional puede no resultar apropiada para ciertas especies y grupos taxonómicos. Las respuestas funcionales pueden cambiar en el curso de un ciclo reproductivo, pueden depender de la condición, la edad o el sexo del animal, y variar cuando el depredador percibe que a su vez corre el riesgo de convertirse en presa. Aunque estos ajustes de los modelos de respuestas funcionales introducirán complicaciones en esta forma de modelar las interacciones depredador–presa, es posible que sean más realistas.

6.16 Los modelos de la alimentación basados en decisiones individuales han sido desarrollados anteriormente para pingüinos y pesquerías de kril (Alonzo y Mangel, 2001; Alonzo et al., 2003a, 2003b; Mangel y Switzer, 1998). Las predicciones de este estudio fueron examinadas en el documento WG-EMM-04/67, y el taller consideró que tales modelos, después de ser sometidos a una revisión adicional, podrían constituir módulos dinámicos apropiados para su inclusión en los modelos operacionales de los ecosistemas antárticos.

6.17 El taller señaló que los depredadores obedecen a muchas señales cuando escogen una respuesta. Estas señales no necesariamente se relacionan con la abundancia absoluta o la densidad de la presa, y probablemente incluyen, sin limitarse a ellos, las características del hábitat (p.ej. el talud continental), las experiencias anteriores (p.ej. retorno al lugar donde capturó y se alimentó anteriormente de una presa) y variación en la retención local de la presa. Podría ser de vital importancia distinguir cuando los animales se comportan conforme a la

dinámica de grupos (por ejemplo, cuando el animal adopta una estrategia de alimentación similar a la de su vecino, o cuando el animal sigue la indicación dada por la agrupación de otros depredadores).

6.18 El taller indicó que los modelos de la alimentación basados en las respuestas individuales a menudo se basan en los datos recopilados durante los viajes de alimentación, y se debe tener cuidado al hacer deducciones sobre la base de estos datos. Los animales que se alimentan en la Antártida adoptan una variedad de estrategias para conseguir alimento, y por consiguiente, los episodios de alimentación pueden exhibir una distribución espacial y temporal uniforme o al azar. Por otro lado, es posible que la alimentación se concentre en áreas y períodos de tiempo en un rango de escalas temporales y espaciales (p.ej. diurna y anual). Por ejemplo, el buceo puede ocurrir en rachas cuando los animales se alimentan de especies agrupadas en cardúmenes o manchas, y un viaje de alimentación puede incluir varios períodos con y sin rachas de buceo. Las deducciones de los datos recopilados durante los viajes de alimentación pueden mejorarse considerando el contexto fisiológico y ecológico en dicha recopilación (p.ej. el coste temporal y energético de los animales que están alimentando su prole puede ayudar a entender el comportamiento durante los viajes de alimentación).

6.19 Lamentablemente, no hay datos sobre los hábitos de alimentación de muchas especies de la Antártida, y por ende la construcción de modelos de respuesta funcional será más difícil. El taller acotó que se podría remediar el problema buscando información sobre especies similares fuera de la Antártida.

6.20 Al concluir su discusión sobre las interacciones entre los depredadores y las presas, el taller decidió realizar dos tareas en el futuro. La primera sería un análisis de sensibilidad para averiguar cómo cambian las predicciones de los modelos del ecosistema antártico en respuesta a las distintas suposiciones sobre las interacciones depredador–presa (p.ej. suponiendo que la respuesta funcional es de Tipo II o Tipo III o suponiendo criterios de decisión diferentes en modelos de alimentación basados en el comportamiento individual) y a las diversas maneras de modelar estas interacciones (esto es, mediante curvas de respuesta funcional o modelos de alimentación basados en el comportamiento individual o colectivo). La segunda tarea sería estudiar hasta qué punto, y bajo cuáles condiciones, las curvas de respuesta funcional son capaces de representar satisfactoriamente los modelos de alimentación basados en el comportamiento individual. Aunque el segundo enfoque puede ser más realista, es posible que el primero sea más eficiente en el contexto de la elaboración de modelos.

## Representación espacial

6.21 El taller discutió a fondo el tema de la resolución espacial necesaria para los modelos operacionales de los ecosistemas antárticos. Se acordó que en muchas circunstancias los modelos explícitos en relación con la escala espacial serían apropiados. El taller consideró que, como mínimo, sería conveniente distinguir entre las áreas antárticas de altas latitudes y las regiones subantárticas, y entre las áreas pelágicas y las zonas cercanas a la plataforma continental o en ella (p.ej. figuras 30 a la 34). Sin embargo, se indicó que en muchos casos sería apropiado utilizar una resolución espacial mucho mayor; éstos se describen en la sección 4 de este informe.

6.22 El taller reconoció que la resolución espacial puede variar entre los módulos que forman parte de los modelos operacionales de los ecosistemas antárticos (esto es, el enfoque no requiere una resolución espacial fija). Asimismo, se reconoció que una resolución espacial específica para cada módulo haría aún más urgente la necesidad de buscar una solución a los problemas identificados en el párrafo 6.3. El taller señaló que los modelos Atlantis e In Vitro no tenían problemas en incorporar módulos de distintas resoluciones espaciales (véase la sección 2).

6.23 El taller consideró asimismo hasta qué grado se tendría que delimitar la profundidad en los modelos operacionales de los ecosistemas antárticos. En contraste con la resolución horizontal mínima identificada en el párrafo 6.21, el taller no identificó una resolución vertical mínima. Esto fue difícil porque existe una superposición considerable de los estratos de profundidad utilizados por los animales en las aguas antárticas. Sin embargo, la resolución de la profundidad donde ocurren los procesos puede ser esencial para describir la superposición espacial de los depredadores y las presas. La información sobre la distribución batimétrica se proporciona en la sección 4 de este informe.

#### Representación temporal

6.24 El taller consideró que la resolución temporal del modelo operacional debería distinguir, como mínimo, entre el invierno y verano. Esta discriminación se justifica por muchas razones, incluida la resolución de las temporadas de reproducción/desove y las temporadas en las cuales se recopilan la mayoría de los datos de observación. No obstante, se podría requerir una resolución temporal más fina para describir adecuadamente la dinámica de varios procesos oceanográficos y de varios grupos taxonómicos. Así, la resolución temporal también puede ser específica para cada módulo, y el taller reiteró los puntos mencionados en el párrafo 6.22.

#### Procesos periféricos y condiciones limítrofes

6.25 El taller deliberó sobre los procesos periféricos y las condiciones limítrofes en el contexto de los animales que entran y salen del área definida por los modelos operacionales. La manera como se representan estos procesos y condiciones en los modelos deberá ser específica para cada caso, porque los modelos operacionales de los ecosistemas antárticos pueden cubrir áreas de diferentes tamaños, desde toda el Área de la Convención hasta una UOPE. Sin embargo, el taller señaló que para poder manejar estos procesos y condiciones, es importante saber:

- i) Cuánto tiempo están los animales fuera del área representada en el modelo (véanse las tablas 18 y 19);
- ii) Cuáles procesos (p.ej. reclutamiento) ocurren cuando los animales están fuera del área representada en el modelo;
- iii) Cómo las condiciones físicas y biológicas fuera del área representada en el modelo pueden contribuir a la variabilidad de los procesos que ocurren dentro de la misma.

La labor futura deberá incluir el estudio de los procesos periféricos y las condiciones limítrofes.

## LABOR FUTURA

### Perfeccionamiento de los modelos plausibles

7.1 El taller reconoció que su labor había sentado las bases de los modelos conceptuales del ambiente físico y grupos taxonómicos del ecosistema del Océano Austral, y la manera de incorporarlos en un marco de modelación. También reconoció que en el futuro se deberá convalidar la labor presentada en este informe y perfeccionar los modelos conceptuales, como se indicó en el texto de las secciones 4, 5 y 6. En este sentido, el taller recomendó continuar perfeccionando estos modelos conceptuales y alentó su aplicación dentro del marco de modelación.

7.2 Una tarea importante es la compilación de valores apropiados de los parámetros para la aplicación de las funciones y modelación de los componentes derivados de dichos modelos conceptuales. Al respecto, el taller señaló que sería conveniente revisar la información existente con miras a construir una base común de datos de los parámetros conocidos para facilitar el uso de estos parámetros y datos en forma coordinada.

7.3 El taller reconoció asimismo que se carecía de experiencia y tiempo en la reunión como para deducir todos los componentes pertinentes a los peces, calamares y pesquerías. Pidió por tanto al WG-FSA que revisara los detalles proporcionados y definiese los detalles de los componentes relativos a la austromerluza y especies demersales. Estos incluyen:

- i) El examen de los detalles sobre el ciclo de vida del draco rayado contenidos en los párrafos 4.32 al 4.40, introduciendo cambios cuando sea necesario;
- ii) El examen de los detalles enumerados en los párrafos 4.95 al 4.100 para verificar que la dinámica de la pesquería de draco rayado haya sido descrita adecuadamente;
- iii) El examen de los detalles sobre los peces mesopelágicos y el ciclo de vida del calamar incluidos en los párrafos 4.52 al 4.63, introduciendo cambios cuando sea necesario;
- iv) La elaboración de perfiles similares (tablas, figuras, y texto) para *D. eleginoides* y *D. mawsoni* como especies objetivo (es decir, similares a los de las especies mencionadas en los párrafos 4.52 al 4.63);
- v) La elaboración de perfiles similares (tablas, figuras, y texto) para las pesquerías de *D. eleginoides* y de *D. mawsoni* (es decir, similares a los de las pesquerías mencionadas en los párrafos 4.84 al 4.100);
- vi) La identificación de un nuevo componente clave del ecosistema que incluya otras especies de peces demersales (p.ej. granaderos, rayas, otros nototénidos etcétera);

- vii) El examen de las tramas alimentarias en relación con las interacciones que incluyen la austromerluza, los dracos, otros peces demersales, mictófidios y *Pleuragramma antarcticum*.

7.4 El taller recomendó que el grupo de trabajo solicite el asesoramiento del Comité Científico en relación con las prioridades para la investigación de opciones realistas y la labor futura (párrafo 5.6).

#### Perfeccionamiento de un marco para la modelación

7.5 El taller reconoció que había elaborado un marco adecuado para continuar el desarrollo de modelos plausibles de ecosistemas para probar los enfoques de ordenación del kril, y que se requerirá tiempo para el desarrollo de modelos complejos.

7.6 Con respecto al taller del próximo año para evaluar posibles métodos de ordenación, el taller indicó que el estudio inicial de dichas opciones de ordenación se lograría mediante modelos demográficos de kril estructurados espacialmente, para investigar las interacciones entre:

- la población de kril
- los límites de captura y la pesquería en una zona en particular
- los depredadores de kril
- el transporte de kril.

Esto se podría lograr el próximo año cuando se hayan perfeccionado los modelos existentes y formulado nuevos modelos básicos que tomen en cuenta los resultados de este taller.

7.7 El taller señaló que el desarrollo adicional de la estructura y la aplicación de uno o más modelos de ecosistemas requiere una coordinación de la labor. Recomendó al WG-EMM que estableciera un Comité Directivo para que se hiciera cargo de la coordinación, y considerara entre otras cosas,

- i) La estructura  
datos, parámetros, base de datos  
códigos, plataformas, componentes, protocolos  
arquitectura de modelos, módulos integrantes de los mismos, flexibilidad  
proceso de convalidación de modelos para asegurar una aplicación apropiada;
- ii) Colaboración; calendario; temas relativos a la autoría y propiedad; componentes;
- iii) Papel de la Secretaría;
- iv) coordinación con los encargados de la organización del taller del próximo año.

7.8 El taller indicó que varios grupos de investigación de países miembros que trabajan en el ámbito de la CCRVMA están desarrollando modelos de ecosistemas del Océano Austral. Recomendó que el WG-EMM estableciese un comité directivo lo antes posible, para coordinar, en la medida de lo posible, la labor de los grupos y aprovechar la inspiración surgida de este taller.

7.9 Se indicó que el desarrollo de modelos para el taller del próximo año difería de la labor a largo plazo. Sin embargo, se recomendó que el coordinador de dicho taller organice la labor preparatoria del mismo con el coordinador del comité directivo, de manera que la labor de elaboración de modelos para el año próximo contribuya a la elaboración de modelos a largo plazo.

## APROBACIÓN DEL INFORME

8.1 Se adoptó el informe con sus figuras, tablas y apéndices.

## CLAUSURA DEL TALLER

9.1 El coordinador del WG-EMM, R. Hewitt, agradeció a A. Constable por su ardua labor de coordinación del taller y valiosa dirección del mismo.

9.2 A. Constable agradeció a todos los participantes, relatores y miembros del comité directivo por sus contribuciones al taller y a Beth Fulton, experta invitada, por su valiosa contribución y orientación durante las discusiones. También extendió sus agradecimientos a la Secretaría por su apoyo durante el período entre sesiones y durante el taller, y a S. Focardi y equipo por su amable hospitalidad.

9.3 Se clausuró el taller el 16 de julio de 2004.

## REFERENCIAS

- Alonzo, S.H. and M. Mangel. 2001. Survival strategies and growth of krill: avoiding predators in space and time. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 209: 203–217.
- Alonzo, S.H., P. V. Switzer and M. Mangel. 2003a. Ecological games in space and time: the distribution and abundance of Antarctic krill and penguins. *Ecology*, 84: 1598–1607.
- Alonzo, S.H., P.V. Switzer and M. Mangel. 2003b. An ecosystem-based approach to management using individual behaviour to predict the indirect effects Antarctic krill fisheries on penguin foraging. *J. Appl. Ecol.*, 40: 692–702.
- Amos, A.F. 1984. Distribution of krill (*Euphausia superba*) and the hydrography of the Southern Ocean: large-scale processes. *J. Crust. Biol.*, 4: 306–329.
- Andrew, N.L. and B.D. Mapstone. 1987. Sampling and the description of spatial pattern in marine ecology. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 25: 39–90.
- Boyd, I.L., D.J McCafferty and T.R. Walker. 1997. Variation in foraging effort by lactating Antarctic fur seals: response to simulated increased foraging costs. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 40: 135–144.

- Bredesen, E.L. 2003. *Krill and the Antarctic: Finding the Balance*. MSc. University of British Columbia, Vancouver.
- Butterworth, D.S. 1988a. A simulation study of krill fishing by an individual Japanese trawler. In: *Selected Scientific Papers, 1988 (SC-CAMLR-SSP/5)*, Part I. CCAMLR, Hobart, Australia: 1–108.
- Butterworth, D.S. 1988b. Some aspects of the relation between Antarctic krill abundance and CPUE measures in the Japanese krill fishery. In: *Selected Scientific Papers, 1988 (SC-CAMLR-SSP/5)*, Part I. CCAMLR, Hobart, Australia: 109–125.
- Butterworth, D.S. and R.B. Thomson. 1995. Possible effects of different levels of krill fishing on predators – some initial modelling attempts. *CCAMLR Science*, 2: 79–97.
- Caswell, H. and A.M. John. 1992. From the individual to the population in demographic models. In: DeAngelis, D. and L. Gross (Eds). *Individual-Based Models and Approaches in Ecology*. Chapman and Hall, New York: 36–61.
- Clarke, A., L.B. Quetin and R.M. Ross. 1988. Laboratory and field estimates of the rate of faecal pellet production by Antarctic krill, *Euphausia superba*. *Mar. Biol.*, 98: 557–563.
- Constable, A.J. 2001. The ecosystem approach to managing fisheries: achieving conservation objectives for predators of fished species. *CCAMLR Science*, 8: 37–64.
- Croxall, J.P., C. Ricketts and P.A. Prince. 1984. Impact of seabirds on marine resources, especially krill, at South Georgia. In: Whittow, G.C. and H. Rahn (Eds). *Seabird Energetics*. Plenum, New York: 285–318.
- DeAngelis, D. and L. Gross. 1992. Individual-based models and approaches. In: *Ecology*. Chapman and Hall, New York.
- Doi, T. 1979. Ecosystem network analysis relevant to krill in the Antarctic. *Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*: 45–64.
- Everson, I. 1977. The living resources of the Southern Ocean. FAO GLO/S0/77/1, Rome: 156 pp.
- Fulton, E.A., K. Sainsbury, A.D. McDonald, R. Gray, L.R. Little and B. Hatfield. In prep. Ecosystem modelling and successful multi-sector management on the Northwest Shelf of Australia.
- Fulton, E.A., A.D.M. Smith and A.E. Punt. In press. Which ecological indicators can robustly detect effects of fishing? *ICES J. Mar. Sci.*
- Fulton, E.A., J.S. Parslow, A.D.M. Smith and C.R. Johnson. 2004. Biogeochemical marine ecosystem models II: the effect of physiological detail on model performance. *Ecol. Model.*, 173 (4): 371–406.
- Green, K.A. 1975. Simulation of the pelagic ecosystem of the Ross Sea, Antarctica: a time varying compartmental model. PhD. Texas A & M University, College Station.

- Hofmann, E.E. and Y.S. Hüsrevoğlu. 2003. A circumpolar modeling study of habitat control of Antarctic krill (*Euphausia superba*) reproductive success. *Deep-Sea Res. Part II*, 50: 3121–3142.
- Hofmann, E.E. and C.M. Lascara. 2000. Modeling the growth dynamics of Antarctic krill *Euphausia superba*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 194: 219–231.
- Hofmann, E.E., J.M. Klinck, R.A. Locarnini, B. Fach and E.J. Murphy. 1998. Krill transport in the Scotia Sea and environs. *Ant. Sci.*, 10: 406–415.
- Hosie, G.W., T. Ikeda, and M. Stolp. 1988. Distribution, abundance and population structure of the Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) in the Prydz Bay region, Antarctica. *Polar Biol.*, 8: 213–224.
- Ikeda, T. 1984. Development of the larvae of the Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) observed in the laboratory. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 75: 107–117.
- Ikeda, T. 1985. Life history of Antarctic krill *Euphausia superba*: a new look from an experimental approach. *Bull. Mar. Sci.*, 37: 599–608.
- Ikeda, T. and P. Dixon. 1982. Body shrinkage as a possible over-wintering mechanism of the Antarctic krill, *Euphausia superba* Dana. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 62: 143–151.
- Ikeda, T. and A.W. Mitchell. 1982. Oxygen uptake, ammonia excretion and phosphate excretion by krill and other Antarctic zooplankton in relation to their body size and chemical composition. *Mar. Biol.*, 71.
- Ikeda, T. and P.G. Thomas. 1987. Moulting interval and growth of juvenile Antarctic krill (*Euphausia superba*) fed different concentrations of the diatom *Phaeodactylum tricorutum* in the laboratory. *Polar Biol.*, 7: 339–343.
- Kasatkina, S.M. and V.I. Latogursky. 1990. Distribution characteristics of krill aggregations in the fishing grounds off Coronation Island in the 1989/90 season. In: *Selected Scientific Papers, 1990 (SC-CAMLR-SSP/7)*. CCAMLR, Hobart, Australia: 49–74.
- Kasatkina, S.M. and V.F. Ivanova. 2003. Fishing intensity of the Soviet fleet in krill fisheries in the southern Atlantic (Subareas 48.2 and 48.3). *CCAMLR Science*, 10: 15–35.
- Laws, R. M. 1977. Seals and whales of the Southern Ocean. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 279: 81–96.
- Laws, R.M. 1985. The ecology of the Southern Ocean. *American Scientist*, 73: 26–40.
- Little, L.R., S. Kuikka, A.E. Punt, F. Pantus, C.R. Davies and B.D. Mapstone. 2004. Information flow among fishing vessels modelled using a Bayesian network. *Environmental Modelling and Software*, 19: 27–34.
- Litvinov, F.F., P.S. Gasyukov, A.Z. Sundakov and O.A. Berezhinskiy. 2002. Soviet krill fishery in Atlantic sector of Antarctic in 1977–1992: Part II – CPUE changes and fleet displacement. Document *WG-EMM-02/27*. CCAMLR, Hobart, Australia.

- Litvinov, F.F., V.A. Sushin, G.A. Chernega and O.A. Berezhinsky. 2003. The Soviet krill fishery in the Atlantic Sector of the Antarctic from 1977 to 1991: fishing effort distribution and interannual patterns. *CCAMLR Science*, 10: 1–13.
- Mackintosh, N.A. 1973. Distribution of post-larval krill in the Antarctic. *Discovery Rep.*, 36: 95–156.
- Mangel, M. 1988. Analysis and modelling of the Soviet Southern Ocean krill fleet. In: *Selected Scientific Papers, 1988 (SC-CAMLR-SSP/5)*, Part I. CCAMLR, Hobart, Australia: 127–235.
- Mangel, M. and P.V. Switzer. 1998. A model at the level of the foraging trip for the indirect effects of krill (*Euphausia superba*) fisheries on krill predators. *Ecol. Model.*, 105: 235–256.
- Marín, V.H. and L.E. Delgado. 2001. A spatially explicit model of the Antarctic krill fishery off the South Shetland Islands. *Ecol. Appl.*, 11 (4): 1235–1248.
- Marr, J.W.S. 1962. The natural history and geography of the Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana). *Discovery Rep.*, 32: 33–464.
- Maslennikov, V. (Ed.). 2003. *Climatic Variability and Marine Ecosystem of the Antarctic*. VNIRO: 295 pp.
- May, R.M., J.R. Beddington, C.W. Clark, S.J. Holt and R.M. Laws. 1979. Management of multispecies fisheries. *Science*, 205: 267–277.
- Miller, D.G.M. and I. Hampton. 1989. Biology and ecology of the Antarctic krill. *BIOMASS Sci. Ser.*, 9: 166 pp.
- Mori, M. and D.S. Butterworth. In press. Consideration of multispecies interactions in the Antarctic: a preliminary model of the minke whale–blue whale–krill interaction. *African Journal of Marine Science*.
- Murphy, E.J. 1995. Spatial structure of the Southern Ocean ecosystem: predator–prey linkages in Southern Ocean food webs. *J. Anim. Ecol.*, 64: 333–347.
- Murphy, E.J., D.J. Morris, J.I. Watkins and J. Priddle. 1988. Scales of interaction between Antarctic krill and the environment. In: Sahrhage, D. (Ed.). *Antarctic Ocean and Resources Variability*. Springer-Verlag, Berlin: 120–130.
- Orsi, A.H., T. Whitworth III and W.D. Nowlin Jr. 1995. On the meridional extent of the Antarctic Circumpolar Current. *Deep-Sea Res.*, 42: 641–673.
- Plagányi, É. and D. Butterworth. In press. The global eco-modelling epidemic: a critical look at the potential of Ecopath with Ecosim to assist in fisheries management. *African Journal of Marine Science*, 26.
- Plagányi, É. and D. Butterworth. In review. Competition between marine mammals and fisheries – can we successfully model this using ECOPATH with ECOSIM? *Proceedings of Fourth World Fisheries Congress*.

- Quetin, L.B. and R.M. Ross. 1985. Feeding by Antarctic krill, *Euphausia superba*: does size matter? In: Siegfried, W.R., P.R. Condy and R.M. Laws (Eds). *Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs*. Springer-Verlag, Berlin: 372–377.
- Quetin, L.B. and R.M. Ross. 1991. Behavioral and physiological characteristics of the Antarctic krill, *Euphausia superba*. *Am. Zool.*, 31: 49–63.
- Rodhouse, P.G. and M.R. Clarke. 1986. Distribution of the early-life phase of the Antarctic squid *Galiteuthis glacialis* in relation to the hydrology of the Southern Ocean in the sector 15°E to 30°E. *Mar. Biol.*, 91: 353–357.
- Rosenberg, A.A., J.R. Beddington and M. Basson. 1986. Growth and longevity of krill during the first decade of pelagic whaling. *Nature*, 324: 152–154.
- Ross, R.M. and L.B. Quetin. 1991. Ecological physiology of larval euphausiids, *Euphausia superba* (Euphausiacea). *Mem. Queensl. Mus.*, 31: 321–333.
- Ross, R.M., Quetin, L.B. and E. Kirsch. 1988. Effect of temperature on developmental times and survival of early larval stages of *Euphausia superba* Dana. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 121: 55–71.
- Ross, R.M., L.B. Quetin, K.S. Baker, M. Vernet and R.C. Smith. 2000. Growth limitation in young *Euphausia superba* under field conditions. *Limnol. Oceanogr.*, 45 (1): 31–43.
- Sainsbury, K.J. 1988. The ecological basis of multispecies fisheries, and management of a demersal fishery in tropical Australia. In: Gulland, J.A. (Ed.). *Fish Population Dynamics* Second Edition, Chapter 14. John Wiley: 349:382.
- Siegel, V. 1987. Age and growth of Antarctic Euphausiacea (Crustacea) under natural conditions. *Mar. Biol.*, 96: 483–495.
- Siegel, V. 1992. Review of length–weight relationships for Antarctic krill. In: *Selected Scientific Papers, 1992 (SC-CAMLR-SSP/9)*. CCAMLR, Hobart, Australia: 145–155.
- Thomson, R.B., D.S. Butterworth, I.L. Boyd, and J.P. Croxall. 2000. Modeling the consequences of Antarctic krill harvesting on Antarctic fur seals. *Ecol. Appl.*, 10 (6): 1806–1819.
- Yoshida, T., T. Toda, Y. Hirano, T. Matsuda and S. Kawaguchi. 2004. Effect of temperature on embryo development time and hatching success of the Antarctic krill *Euphausia superba* Dana in the Laboratory. *Mar. Fresh. Behav. Physiol.*, 37 (2): 137–145.

Tabla 1: InVitro: Resumen de los tipos de agentes y comportamientos principales que pueden representarse en el modelo de evaluación de las estrategias de ordenación InVitro Northwest Shelf (Australia). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Tipo de agente	Descripción	Casos (especies o grupos)	Comportamientos y características
Población	Estructura por edad de las subpoblaciones de las especies móviles	Peces lutjánidos, letrínidos, nemiptéridos y sáuridos (de pequeño o gran tamaño)	Envejecimiento de las clases de edad, crecimiento, alimentación, mortalidad, desplazamiento a un mejor hábitat, desove y reclutamiento de la clase de edad cero.
Animales	Ejemplares individuales o cardúmenes de especies móviles	Langostinos banana y australiano, tortugas, tiburones, dugongos, aves marinas	Envejecimiento, crecimiento, mortalidad, alimentación, evasión, desplazamiento a un mejor hábitat, desove y reclutamiento de nuevos ejemplares o cardúmenes.
Larvas	Larvas o estadios infantiles o juveniles de otros tipos de agentes	Peces lutjánidos, letrínidos, nemiptéridos y sáuridos (de pequeño o gran tamaño)	Advección, establecimiento, crecimiento, mortalidad, consumo, desplazamiento a los lugares de reclutamiento, reclutamiento.
Organismos múltiples	Grandes manchas (o representación promedio del área) de especies o grupos con altas tasas de renovación	Criaderos de ostras, cardúmenes de peces poni	Movimiento, alimentación, mortalidad, reproducción, crecimiento por advección y dispersión.
Bentónicos	Mosaico de las manchas que definen el hábitat	Macrófitas (zosteras y algas macroscópicas), arrecifes (esponjas y corales), mangles	Mortalidad, profundidad y tipo de sedimento, reproducción dependiente y crecimiento de la mancha (puede limitarse a los recursos), crecimiento vertical a tallas y clases de edad mayores.
Buques	Mineraleros	Buque de carga	Ruta seguida, carga transportada, capacidad de combustible, estado (operaciones en puerto, navegando, a la deriva).
Barcos	Pesqueros	Arrastreros, tramperos, barcos de prospección pesquera	Carga transportada, capacidad de combustible, estado (operaciones en puerto, navegando, a la deriva) permisos, caladero de pesca anterior, asignación del esfuerzo, tipos de artes de pesca.
Barcos de pesca recreativa	Área de operación del barco de pesca recreativa	Pescadores recreativos	Puntos de acceso, esfuerzo pesquero (depende del tamaño de la población humana y de la distancia al puerto).
Catástrofes	Acontecimientos poco frecuentes en gran escala	Ciclones, vertidos, dragado	Perjuicio (potencialmente fatal) a todos los agentes en la trayectoria del impacto (dependiente de la intensidad y tipo de acontecimiento).
Medio ambiente	Características del entorno físico	Temperatura, iluminación, profundidad, tipo de lecho marino, corrientes	Flujo de corrientes, advección, difusión, absorción, erosión.

(continúa)

Tabla 1 (continuación)

Tipo de agente	Descripción	Casos (especies o grupos)	Comportamientos y características
Dispositivo de seguimiento	Organismos de seguimiento y muestreo	Boyas, lugares de seguimiento, muestras aleatorias de la captura	Deriva (si procede), seguimiento.
Instalaciones	Ubicación fija	Puertos, plataformas o aparejos, conductos	Producción, capacidad, tamaño de la población.
Autoridad administrativa de pesquerías	Organismo encargado de la evaluación y ordenación de las pesquerías	FMA	Evaluación del stock, toma de decisiones, medidas de ordenación, cumplimiento, seguimiento.
Agencia de protección del medio ambiente	Órgano de ordenación, evaluación de la calidad del agua y de la contaminación	EPA	Seguimiento, toma de decisiones, medidas de ordenación, cumplimiento.
Autoridad del puerto	Órgano de ordenación y de evaluación de la capacidad y tráfico marítimo	Departamento de Transporte, Departamento de Industrias Primarias	Seguimiento, toma de decisiones, medidas de ordenación, cumplimiento.

Tabla 2: Lista de los grupos taxonómicos considerados en el taller (\*labor que debería realizarse en el futuro). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Agrupación general		Grupos taxonómicos	
Producción primaria	Fitoplancton	Cadena trófica microbiana en sedimentos y la columna de agua (microbial loop)	
Herbívoros pelágicos y carnívoros invertebrados	Microzooplancton * Copépodos Eufáusidos (exceptuando a <i>E. superba</i> )	Mísidos Anfípodos	Salpas Medusas *
Especies objetivo	<i>Euphausia superba</i> <i>Chamsocephalus gunnari</i>	<i>Dissostichus eleginoides</i> * <i>Dissostichus mawsoni</i> *	
Especies mesopelágicas	<i>Pleuragramma antarcticum</i> Especies de mictófidios	Calamar – ommastrephidae Calamar – onychoteuthidae	Calamares – otros *
Especies de peces demersales*	Rayas * Otras especies demersales	Rayas *	<i>Macrourus</i> spp. *
Pingüinos	Adelia Barbijo	Macaroni Papúa	Emperador Rey
Pinnípedos	Lobo fino antártico Elefante marino	Foca cangrejera Foca del Mar de Ross	Foca leopardo Foca de Weddell
Ballenas mysticetas	Rorcual aliblanco Ballena jorobada Otras ballenas mysticetas de altas latitudes	Delfín liso austral Rorcual común Otras ballenas mysticetas de las regiones subantárticas	
Ballenas odontocetas	Cachalotes	Orca	Otros cetáceos pequeños
Aves voladoras de gran tamaño	Albatros errante Albatros oscuro de manto claro	Albatros de cabeza gris Albatros de ceja negra	Petrel gigante
Aves voladoras pequeñas	Petrel de mentón blanco Petrel damero Petrel antártico	Petrel de las nieves Yunco Petrel de las tormentas	Petrel plateado Petrel–paloma antártico Otros petreles–paloma antárticos
Otras aves	Skúas, gaviotas, etc.	Cormoranes	

Tabla 3: Factores del medio ambiente físico de potencial importancia en el funcionamiento del ecosistema marino del Océano Austral que también serían de mucha utilidad en un modelo combinado del ecosistema; cada factor tiene un conjunto de propiedades y otro de fuerzas causales. Los números romanos entre paréntesis cuadrados ([ ]) se refieren a los subpárrafos del párrafo 4.15 que describen las principales funciones ecológicas del medio ambiente físico. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Factores	Propiedades	Fuerzas causales
Hielo marino [i, ii, iv]	Textura del hielo, por. ej. espacios entre los cristales de hielo llenos de una solución salina Cubierta del hielo – densidad del área Extensión del hielo Duración del hielo	Temperatura Salinidad Estrés eólico Corrientes oceánicas Geografía local
Corrientes oceánicas [i, ii, iii]	Magnitud (flujo volumétrico) Magnitud (dimensiones espaciales) Dirección Remolinos (variación) Frentes (dimensiones)	Temperatura Salinidad Batimetría Estrés eólico
Iluminación [i]	Magnitud Duración – diaria/estacional Longitud de onda	Latitud Profundidad de columna de agua Cubierta de hielo Nubosidad Estación
Nutrientes [i]	Micronutrientes (Fe etc.) Macronutrientes (N, P etc.) Compuesto (NH <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> etc.)	Distancia desde tierra Ciclos biológicos
Batimetría [ii]	Profundidad – presión	

Tabla 4: Procesos del medio ambiente físico de posible importancia para el funcionamiento del ecosistema marino del Océano Antártico y que podrían también ser de mucha utilidad en un modelo combinado de ecosistema; cada proceso consta de un conjunto de fuerzas causales. Los números romanos entre paréntesis cuadrados ([ ]) se refieren a los subpárrafos del párrafo 4.15 que describen las principales funciones ecológicas del medio ambiente físico. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Procesos	Fuerzas causales
Intercambio vertical en la columna de agua [ii, iii]	Surgencia de aguas profundas/corrientes descendentes/mezclas
Deposición atmosférica [i]	Viento Precipitación
Estratificación [ii]	Viento Corrientes oceánicas
Transporte Ekman [ii]	Viento
Formación de polinias [i, ii]	Surgencia de aguas profundas Viento Corrientes oceánicas
Procesos locales [i, ii, iv]	Harina de roca glacial Erosión del hielo Escorrentía – ríos, nutrientes, polución
Reducción/aumento de nutrientes [i]	Ciclos biológicos Esgurrimento desde las colonias de reproducción de los depredadores
Fuerzas climáticas [iv]	El Niño – La Oscilación del Sur (ENSO) Corriente Circumpolar Antártica Índice de oscilación del Pasaje Drake
Límites externos [i, ii, iii, iv]	Tierra Masa de agua Atmósfera

Tabla 5: Variación potencial de algunos factores físicos en el invierno y verano. La estación puede variar en el tiempo en función de la latitud. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Estaciones		
Meses invernales Abril–Noviembre		Meses estivales Diciembre–Marzo
Baja	Temperatura	Alta
Alta	Cubierta de hielo	Baja
Baja intensidad	Iluminación	Alta intensidad
Días de corta duración	Duración del día	Días de larga duración
Más alta en la superficie	Salinidad	Más baja en la superficie
Magnitud/amplitud/cambios	Corrientes oceánicas	Magnitud/amplitud/cambios
Cambios de los patrones (latitud)	Viento	Cambios de los patrones (latitud)

Tabla 6: Divisiones espaciales naturales en el Océano Austral que pueden afectar el funcionamiento del ecosistema marino del Océano Austral. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

DIVISIONES ESPACIALES NATURALES	
Latitud	Alta ←-----→Baja
Tierra	Continente vs islas y penínsulas
Mar	Cerca de la costa vs Plataforma vs Talud vs Aguas de altura vs Frentes
	Profundidad
	Fondo ←-----→Superficie
Cubierta de hielo	Tierra vs Meseta de hielo vs Hielo permanente vs Hielo estacional vs MIZ vs Zonas que nunca se hielan

Tabla 7: Factores relacionados con la productividad primaria que son de potencial importancia para el funcionamiento del ecosistema marino del Océano Austral y que también podrían ser de mucha utilidad en un modelo combinado de ecosistema; cada factor tiene un conjunto de propiedades y otro de fuerzas causales. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Factores	Propiedades	Fuerzas causales	
Fraccionamiento del tamaño	Composición por especie	Micronutrientes (p.ej. Fe) Macronutrientes (p.ej. N, Si) Distancia de la tierra Masas de agua Proximidad a los frentes Vientos Estratificación	Temperatura Salinidad Régimen luz Longitud de onda de la luz Cubierta de hielo Retirada del hielo Pastoreo
Distribución por especie	Composición por especie	Micronutrientes (p.ej. Fe) Macronutrientes (p.ej. N, Si) Distancia de la tierra Masas de agua Proximidad a los frentes Vientos Estratificación	Temperatura Salinidad Pautas de la luz Longitud de onda de la luz Cubierta de hielo Retroceso del hielo Pastoreo

Tabla 8: Resumen de las características de los principales invertebrados pelágicos herbívoros y carnívoros del Océano Austral, excluyendo a *Euphausia superba*. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Grupo taxonómico	Hábitat	Dieta	Tiempo de generación (años)	Zona de profundidad estival
Salpas	Oceánico	Herbívoro	0,5–1	Epipelágica
Copépodos	Oceánico	Herbívoro Carnívoro Omnívoro	0,5–1	Epipelágica
Mísidos	Plataforma de la isla	Carnívoro	2	Epibentónica
Anfípodos hipéridos	Oceánico, plataforma de la isla	Carnívoro	1–2	Epipelágica
Eufáusidos				
p.ej. <i>Thysanoessa macrura</i>	Oceánico	Omnívoro	2	Epipelágica
<i>Euphausia crystallorophias</i>	Plataformas de altas latitudes	Omnívoro	2	Epipelágica

Tabla 9: Propiedades de *Champocephalus gunnari* que deben ser incluidas en la estructura general del modelo del ecosistema antártico. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Parámetro		Estadio		
		Larval	Juvenil	Adulto
Distribución geográfica			Georgia del Sur hasta la Península Antártica, Kerguelén/Heard	Georgia del Sur hasta la Península Antártica, Kerguelén/Heard
Distribución espacial	Características del ambiente físico de importancia para este estadio de vida.		Pelágicas en aguas costeras	Bentopelágicas en aguas de la plataforma de hasta 350 m de profundidad
	Factores/funciones que afectan la cobertura espacial, incluidos los cambios temporales en la distribución.		La disponibilidad de la presa y la variabilidad oceánica pueden afectar la cobertura espacial, aunque no se ha determinado la relación. El descenso ontogénico por el talud afecta la distribución temporal.	La disponibilidad de la presa y la variabilidad oceánica pueden afectar la cobertura espacial, aunque no se ha determinado la relación. El descenso ontogénico por el talud afecta la distribución temporal.
	Profundidad		0–150 m	150–350 m
	Factores/funciones que afectan la profundidad de la distribución, incluidos los cambios temporales en la distribución.		Dispersión gradual en el interior de la plataforma de la zona pelágica y ocupa una posición más baja en la columna de agua.	Arriba a las zonas de alimentación a los dos años de edad aproximadamente. Realiza migraciones verticales diurnas desde el fondo a la columna de agua en la noche.
Estructura de edades			0–2 años	2–5 años
Condición	Tamaño		<240 mm	240–>350 mm
	Reproducción		Inmaduro	Maduro

(continúa)

Tabla 9 (continuación)

Parámetro		Estadio		
		Larval	Juvenil	Adulto
Datos de entrada	Reproducción	-		Generalmente desovan en otoño e invierno, pero la temporada de desove varía según la zona. La fecundidad total se estima en 1 294–31 045.
	Mortalidad		La población de juveniles es muy variable, como resultado de la variabilidad del éxito del desove y de la supervivencia de los juveniles.	La mortalidad probablemente es relativamente baja en los ejemplares de 2 y 3 años de edad, y aumenta abruptamente en los de 4 años. Pocos peces sobreviven 5+ años de edad.
Resultados	Depredadores		Los estadios larvales probablemente son presa de una amplia gama de depredadores de plancton (i.e. zooplancton) y de necton (i.e. peces), pero no se dispone de datos. En cuanto a los estadios más maduros, igual que para los adultos.	El lobo fino antártico y el pingüino rey son los principales depredadores pero la tasa interanual varía, según la abundancia del draco rayado o de kril. Hasta cierto punto, otros peces, aves y mamíferos se alimentan de dracos.
	Explotación		Captura secundaria de las pesquerías de arrastre, aunque la tasa está controlada por medidas de conservación.	Objetivo de las pesquerías de arrastre.
	Muerte (otras causas de mortalidad)		-	Rápida desaparición de ejemplares de 4+ años de edad no atribuible a la pesca o a la depredación de depredadores superiores.

(continúa)

Tabla 9 (continuación)

Parámetro		Estadio		
		Larval	Juvenil	Adulto
Consumo	Clasificación, p.ej. depredadores generalizados o especializados.		Se alimentan especialmente de agregaciones de zooplancton.	Se alimentan especialmente de agregaciones de zooplancton.
	Tipos de alimento		Crustáceos (en particular eupáusidos y anfípodos). <i>Euphausia superba</i> en el sector Atlántico.	Crustáceos (en particular eupáusidos y anfípodos). <i>E. superba</i> en el sector Atlántico.

Tabla 10: Propiedades de *Euphausia superba* que deben ser incluidas en la estructura general del modelo del ecosistema antártico. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

			Estadio			
			Huevos	Larvas	Juveniles/Inmaduros	Adultos
Distribución espacial	Características del ambiente físico que son importantes para este estadios del ciclo de vida.	Intrusión de aguas circumpolares profundas superiores, profundidad y temperatura del agua		Cubierta de hielo Intrusión de CDW superiores temperatura del agua	Cubierta de hielo Temperatura del agua Posición de los sistemas frontales	Circulación Temperatura del agua Posición de los sistemas frontales
	Extensión espacial de la distribución:	Posición de los sistemas frontales Temperatura del agua		Posición de los sistemas frontales Temperatura del agua	Posición de los sistemas frontales Temperatura del agua	Posición de los sistemas frontales Temperatura del agua
	Extensión espacial de la distribución			Extensión de las masas de agua y del hielo marino	Extensión de las masas de agua y del hielo marino	Extensión de las masas de agua y del hielo marino
	Factores/funciones que influyen la cobertura espacial, incluidos los cambios temporales en la distribución	Intrusiones de las masas de agua Advección Desplazamiento		Extensión de las masas de agua y del hielo marino. Intrusiones de masas de agua Advección Desplazamiento	Extensión de las masas de agua y del hielo marino Intrusiones de masas de agua Advección Desplazamiento	Extensión de las masas de agua y del hielo marino Intrusiones de masas de agua Advección Desplazamiento
	Profundidad (si procede)	0–1 500 m		<500 m	<500 m	<500 m
	Factores/funciones que afectan la distribución batimétrica, incluidos los cambios temporales en la distribución	Zonas de desove Descenso durante los estadios en desarrollo		Zonas de desove Ascenso de los estadios en desarrollo	Migración vertical diurna y cambios temporales y latitudinales (escape del depredador, reacción evolutiva o de comportamiento) Migraciones ontogénicas	Migración vertical dial y cambios temporales y latitudinales (escape del depredador, reacción evolutiva o conductual) Migraciones ontogénicas

(continúa)

Tabla 10 (continuación)

Condición	Tamaño	Función o estimación de la talla por estadio de vida (p.ej. curva de crecimiento o talla determinada)	Estadio			
			Huevos	Larvas	Juveniles/Inmaduros	Adultos
				Desarrollo conocido, se cree que la talla por estadio de desarrollo está estructurada (Ikeda, 1984). Efecto de la provisión de alimento y de la temperatura (Ross et al., 1988; Yoshida et al., 2004)	Curvas de crecimiento ya publicadas (Ikeda, 1985; Hofmann y Lascara, 2000). Posibilidad de contracción. La estructura de edades sigue siendo problemática. Talla/peso, diferencias estacionales (Siegel, 1992). Efecto de la provisión de alimento y de la temperatura en el crecimiento.	Curvas de crecimiento ya publicadas (Rosenberg et al., 1985; Siegel 1987; Hosie 1988). Posibilidad de contracción (Ikeda and Dixon, 1982). Efecto de la provisión de alimento y de la temperatura en el crecimiento.
	Reproducción	Función que relaciona (según procede) la, disponibilidad de alimento (capacidad de aguante), condiciones ambientales, abundancia de conspecíficos y de otros competidores.				La reproducción femenina depende de un alto consumo de alimento, de la duración de la temporada y de las condiciones en el invierno y primavera.
	Salud	Función que relaciona (según procede) el efecto del consumo de alimento		Después de un punto crítico, las larvas perecen.	La reducción de alimento puede conllevar al cese del crecimiento o a una contracción.	La reducción de alimento puede conllevar al cese del crecimiento o a una contracción.
	Desechos	Como corresponde, función que define la producción de desechos sobre la base de las actividades, consumo y medio ambiente.		Estimación de la excreción, defecación y tasas de muda (Quetin y Ross, 1991).	Estimación de la excreción, defecación y tasas de muda (Ikeda y Thomas, 1987).	Estimación de la excreción, defecación y tasas de muda (Ikeda y Mitchell, 1982; Clarke et al., 1988).

(continúa)

Tabla 10 (continuación)

			Estadio			
			Huevos	Larvas	Juveniles/Inmaduros	Adultos
Datos de entrada	Reproducción	Función relacionada con la condición reproductiva, el medio ambiente y la abundancia de reproductores, p.ej. la función reclutamiento del stock modificada por la condición, o la modificación de la fecundidad por el estado de nutrición.				Véase la sección anterior
	Movimiento físico	La posición relativa en el espacio y las tasas de movimiento entre los lugares, incluido el desplazamiento en el transcurso de un año.	Huevos puestos lejos de la costa	Las larvas deben desplazarse hacia la costa durante su metamorfosis al estadio de juveniles.	Por lo general se encuentran cerca de la costa.	La distribución se centra en el borde de la plataforma, las hembras grávidas se alejan de la costa para desovar; es posible que todos los adultos se desplacen hacia la costa durante el invierno.
		Posición relativa por estrato de profundidad y tasas de movimiento entre ellos, incluido el desplazamiento durante el transcurso de un año.	Huevos puestos en la superficie, los embriones se hunden.	Las larvas en sus estadios iniciales de desarrollo nadan hacia arriba a medida que crecen, más tarde permanecen en aguas superficiales y probablemente bajo el hielo en el invierno.	Durante el verano participan en la migración vertical diurna (MVD).	Durante el verano participan en la MVD. Puede haber variación entre las regiones (¿según la duración de la luz diurna?).

(continúa)

Tabla 10 (continuación)

			Estadio			
			Huevos	Larvas	Juveniles/Inmaduros	Adultos
Resultados	Depredadores	Identificar depredadores, y según proceda, su importancia relativa en distintas zonas, profundidades y épocas.			Zona de alimentación restringida para los depredadores que se reproducen en tierra, y menos restringida para las aves marinas y depredadores pelágicos.	Zona de alimentación restringida para los depredadores que se reproducen en tierra, y menos restringida para las aves marinas y depredadores pelágicos.
	Explotación	Identificar, según proceda, el grado de explotación en distintas zonas, profundidades y épocas y con qué tipo de métodos.				A lo largo del borde de la plataforma–talud, cerca del borde de hielo. En verano se pesca con redes de arrastre pelágico entre 20–80 m de profundidad, en otoño a 30–150 m de profundidad y en invierno ~400 m de profundidad.
Consumo	Tipos de alimento	Identificar presas, y según proceda, la importancia relativa en distintas zonas, profundidades y épocas.		Fitoplancton, zooplancton y comunidad microbiana bajo el hielo. Primer estadio de alimentación calytopis, 30 días después del desove.	La mayoría del material particulado tiene un diámetro >5 µm en los 200 m superficiales. En aguas más profundas probablemente se alimentan de detrito. Alimentación bajo el hielo a fines del invierno.	La mayoría del material particulado tiene un diámetro >5 µm en los 200 m superficiales. En aguas más profundas probablemente se alimentan de detrito. Alimentación bajo el hielo a fines del invierno.
	Relación funcional de la alimentación para distintas presas	Incluir según proceda, las variaciones en la relación alimenticia que posiblemente ocurre en distintas zonas, profundidades y/o épocas, o que pueden ser afectadas por factores medioambientales (p.ej. hielo).			Máxima eficiencia de retención >30 µm. Curvas de respuesta funcional descritas para distintos tipos y concentraciones de alimento (Ross y Quetin, 2000).	Máxima eficiencia de retención >30 µm. Curvas de respuesta funcional descritas para distintos tipos y concentraciones de alimento (Quetin y Ross, 1985; Ross et al., 2000).

Tabla 11: Razones y caracterización de los elementos pertinentes a los peces mesopelágicos. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Componente	Descripción	Especie dominante	Preguntas/Problemas
Plataforma subantártica	Limitados a las plataformas de las islas subantárticas.	<i>Champscephalus gunnari</i>	Puede ser equivalente al componente <i>C. gunnari</i> . ¿Es importante considerar otros grupos taxonómicos aparte de <i>C. gunnari</i> ?
Mesopelágicos subantárticos	Distribuidos ampliamente en aguas pelágicas frente a la plataforma al norte del límite sur de la CCA.	<i>Electrona carlsbergi</i> <i>Krefflichthys anderssoni</i>	Otras especies pueden ser importantes dependiendo de su ubicación. ¿Es necesario incluir <i>Nototheniops larseni</i> ?
Neríticos antárticos	Limitados a las plataformas del continente antártico.	<i>Pleuragramma antarcticum</i> <i>Chaenodraco wilsoni</i>	Propuesto como una alternativa funcional al draco rayado en la plataforma continental. ¿Es necesario considerar otros grupos taxonómicos?
Mesopelágicos antárticos	Distribuidos ampliamente en aguas pelágicas frente a la plataforma al sur del límite sur de la CCA.	<i>Electrona antarctica</i> <i>Gymnoscopelus nicholsi</i>	

Tabla 12: Propiedades de los peces pelágicos que deben ser incluidas en la estructura general del modelo del ecosistema antártico. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

a) Peces mesopelágicos subantárticos (p.ej. *Electrona carlsbergi*, *Krefftichthys anderssoni*).

Distribución geográfica		Circumpolar
Distribución espacial	Características del entorno físico importantes para este estadio de vida.	Distribuidos ampliamente en aguas pelágicas frente a la plataforma al norte del límite sur de la CCA.
	Factores/funciones que afectan la distribución espacial, incluidos los cambios temporales a la distribución.	Distribución espacial, estacional y batimétrica influenciada por la temperatura/masa del agua. Zonas más importantes de alimentación en el Frente Polar. Mayor abundancia asociada con el Frente Polar.
	Profundidad	50–200 m de profundidad en zonas al sur de 50°S dependiendo de la MVD. Progresivamente más profundo hacia el norte del Frente Polar (500–600 m) hacia la STC (>1 000 m).
	Factores/funciones que afectan la distribución batimétrica, incluidos los cambios temporales a la distribución.	Temperatura/masa del agua (i.e. posición del Frente Polar). MVD: migra desde 80–140 m hasta la superficie a las 18:00h. Se encuentra entre 200–250 m durante el día.
Estructura de edades		Desconocida, edad máxima <5–6 años
Condición	Talla	70–100 mm talla máxima, se cree crece aproximadamente 30 mm al año en los primeros 2–3 años.
	Reproducción	Talla de madurez ~75mm Edad de madurez ~2–3 años Desove seriado a fines de invierno/principios de primavera o verano/otoño al norte del Frente Polar.
Datos de entrada	Reproducción	Propone una distribución lognormal con una posible correlación con el entorno.
	Mortalidad	-
Resultados	Depredadores	Principales: pingüino rey, real/macaroni, de penacho amarillo y papúa, lobo fino antártico dependiendo de la posición geográfica, calamar (?), <i>Dissostichus eleginoides</i> . Secundarios: <i>C. gunnari</i> en Isla Heard y otras especies de peces (?).
	Explotación	Pesquería histórica de arrastre comercial.
	Muerte (otras fuentes de mortalidad)	Desconocida
Consumo	Clasificación, p.ej. depredadores generalizados o especializados	Generalizados (?)
	Tipos de alimento	Componente principal: copépodos con unos pocos hipéridos, eufáusidos, pterópodos y ostrácodos. Dos períodos principales de alimentación: uno de mayor duración en el atardecer y otro más corto en la mañana.

(continúa)

Tabla 12 (continuación)

b) Peces neríticos antárticos (p.ej. *Pleuragramma antarcticum*, *Chaenodraco wilsoni*)

Distribución geográfica		Circumpolar (?)
Distribución espacial	Características del entorno físico importantes para este estadio de vida.	Limitada a las plataformas insulares del continente antártico. Se propone que <i>P. antarcticum</i> podría ser una alternativa funcional a <i>C. gunnari</i> en la plataforma continental. ¿Se necesita considerar otros grupos taxonómicos?
	Factores/funciones que afectan la distribución espacial, incluidos los cambios temporales a la distribución.	-
	Profundidad	100–500 m
	Factores/funciones que afectan la distribución batimétrica, incluidos los cambios temporales a la distribución.	MVD: sí 100 (noche) a 200 m (día)
Estructura de edades	10 años como máximo	Desconocida
Condición	Tamaño Reproducción	Talla adulta = 120–250 mm Madurez a los 3–4 años Período de desove: octubre–diciembre
Datos de entrada	Reproducción	Propone una distribución lognormal con una posible correlación con el entorno.
	Mortalidad	-
Resultados	Depredadores Explotación Muerte (otras fuentes de mortalidad)	<i>D. mawsoni</i> , otros peces, lobos finos (?) Pesquería histórica de arrastre de <i>C. wilsoni</i> . Desconocida
Consumo	Clasificación, p.ej. depredadores generalizados o especializados. Tipos de alimento	Depredador generalizado del zooplancton (?)  <i>E. superba</i> (?), otras especies de kril (?), copépodos (?)

(continúa)

Tabla 12 (continuación)

c) peces mesopelágicos antárticos (p.ej. *Electrona antarctica*, *Gymnoscopelus nicholsi*).

Distribución geográfica		Circumpolar
Distribución espacial	Características del entorno físico importantes para este estadio de vida. Factores/funciones que afectan la distribución espacial, incluidos los cambios temporales a la distribución. Profundidad	Abundante al sur del Frente Polar hasta la plataforma del talud continental. Concentrada a lo largo de la plataforma y del Frente Polar durante la primavera-verano.  Primeros 250 m durante primavera y verano, 350–700 m durante el invierno.
	Factores/funciones que afectan la distribución batimétrica, incluidos los cambios temporales a la distribución.	Se propone un patrón estacional de: (i) concentración en la superficie 100–200 m al borde de la plataforma, o en el Frente Polar durante primavera y verano; (ii) desplazamiento hacia aguas más profundas (350–700 m) en invierno. Se propone que el desplazamiento estacional se produce en respuesta al desplazamiento de las fuentes de alimento para los invertebrados.
Estructura de edades	5–6 años como máximo	Desconocida
Condición	Tamaño	Intervalo de tallas de las especies ( <i>E. antarctica</i> , <i>G. nicholsi</i> ) 100–200 mm TL estando <i>G. nicholsi</i> situada en el límite máximo del intervalo. 15–51 g <5 años Tasa de crecimiento 27–34 mm al año Podría ser conveniente tener dos clases sobre la base de la talla y estadio de madurez.
Datos de entrada	Reproducción	Desovan en invierno
	Reproducción	Se sugiere distribución lognormal y posible correlación con el medio ambiente.
	Mortalidad	-
Resultados	Depredadores	Principales: pingüino rey/macaroni, lobo fino antártico. Secundarios: pingüino real/macaroni y papúa, lobo fino antártico, albatros de ceja negra y de cabeza gris, petrel de mentón blanco y de las nieves, <i>D. eleginoides</i> , cormoranes en Isla Heard.
	Explotación	Pesquería histórica de arrastre
Consumo	Muerte (otras fuentes de mortalidad) Clasificación, p.ej. depredadores generalizados o especializados Tipos de alimento	Generalizado  Se alimenta de cualquier organismo abundante, principalmente copépodos y eufáusidos, aunque también incluye anfípodos, pterópodos y ostrácodos. La proporción de eufáusidos aumenta en los peces de mayor tamaño.

(continúa)

Tabla 13: Propiedades de los cinco elementos pertinentes al calamar que deben ser incluidos en la estructura general del modelo del ecosistema antártico. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

a) calamar de la familia onychoteuthidae

		Juveniles	Adultos
Distribución geográfica		Circumpolar en la zona antártica y subantártica.	Circumpolar en la zona antártica y subantártica.
Distribución espacial	Características del entorno físico importantes para este estadio de vida.	Plataformas y taludes continentales en la región antártica y subantártica.	Taludes continentales en la región antártica y subantártica.
	Extensión espacial o zona de distribución	Plataforma/talud (ver la sección anterior)	Talud (ver la sección anterior)
	Factores/funciones que afectan la distribución espacial, incluidos los cambios temporales a la distribución.	Es posible que la disponibilidad de la presa y la variabilidad oceánica afecten la distribución espacial aunque aún no se ha determinado una relación al respecto. El descenso ontogénico por el talud continental afecta la distribución temporal.	Es posible que la disponibilidad de la presa y la variabilidad oceánica afecten la distribución espacial aunque aún no se ha determinado una relación al respecto. El descenso ontogénico por el talud continental afecta la distribución temporal.
	Profundidad (si procede)	0–1 000 m	400 – $\geq$ 2 000 m
	Factores/funciones que afectan la distribución batimétrica, incluidos los cambios temporales a la distribución.	Se produce el descenso ontogénico por la pendiente a medida que aumenta en tamaño/madurez. No se ha registrado la migración vertical diurna. Clarificar si ocurre MVD en otras especies (p.ej. Rodhouse y Clarke, 1986), y/o se incluye como una alternativa a la falta de MVD.	Se produce el descenso ontogénico por la pendiente a medida que aumenta en tamaño/madurez. No se ha registrado la migración vertical diurna.
	¿Afecta el hielo a la deriva a la distribución?	La distribución incluye la zona de hielo a la deriva; se desconoce la relación entre la extensión del hielo a la deriva y su retirada.	La distribución incluye la zona de hielo a la deriva; se desconoce la relación entre la extensión del hielo a la deriva y su retirada.
Estructura de edades (si procede)		-	-
Unidad		Biomasa	Biomasa
Condición	Tamaño	Ver WG-EMM-04/26, figura 8	Ver WG-EMM-04/26, figura 8
	Reproducción	-	-
	Salud	-	-
	Basura	-	-

(continúa)

Tabla 13(a) (continuación)

		Juveniles	Adultos
Datos de entrada	Reproducción	-	Dos épocas de desove al año (fines de verano y fines de invierno). Fecundidad total estimada (i.e. número estimado de huevos en el ovario) para <i>Moroteuthis ingens</i> : 84 379–286 795.
	Movimiento físico	Descenso ontogénico a lo largo del talud durante el ciclo de vida.	Descenso ontogénico a lo largo del talud durante el ciclo de vida.
	Desplazamiento según los estadios de vida	Todos los juveniles (menos aquellos que han sucumbido a la depredación, la captura secundaria y la mortalidad natural) alcanzan la etapa de adultos luego de 6–7 meses (aprox. 200 días).	100% de mortalidad natural de todos los adultos (menos aquellos que han sucumbido a la depredación y a la captura secundaria) después de 1 año aproximadamente. Posible ciclo de vida de 2 años para algunas especies de calamares antárticos (ver ommastreídeos más adelante)
Resultados	Depredadores	Depredadores de cefalópodos y vertebrados se alimentan en zona epipelágica y mesopelágica superior en el entorno de la plataforma/talud desde latitudes subantárticas hasta latitudes antárticas.	Depredadores de cefalópodos y vertebrados se alimentan en la zona mesopelágica y batipelágica en taludes desde latitudes subantárticas hasta latitudes antárticas
	Explotación	Captura secundaria de las pesquerías de arrastre en el entorno de la plataforma/talud continental.	Captura secundaria de las pesquerías de arrastre en el entorno de la plataforma/talud continental.
	Muerte (otras fuentes de mortalidad)	-	-
Consumo	Clasificación, p.ej. depredadores generalizados o específicos	Depredador oportunístico generalizado.	Depredador oportunístico generalizado.
	Tipos de alimento	Crustáceos (en particular eufáusidos, también anfípodos y copépodos), pequeños cefalópodos y peces juveniles. Se debe considerar un posible depredación mayor (por el canibalismo) en la segunda cohorte por parte de la primera cohorte en la temporada y, en el caso de un ciclo de vida de dos años, una clase de edad en la clase de edad siguiente.	Mictófidios, otros peces mesopelágicos, p.ej. <i>Bathylagus antarcticus</i> , cefalópodos incluidos juveniles de la familia onychoteuthidae.

(continúa)

Tabla 13(a) (continuación)

		Juveniles	Adultos
Consumo (continuación)	Relación funcional de la alimentación para distintas presas	Talla mínima de la presa >10 mm; talla máxima de la presa <200 mm. Sólo se alimentará de presas móviles pelágicas.	Talla mínima de la presa >10 mm; talla máxima de la presa = talla aprox. (largo del manto?) de un calamar. Sólo se alimentará de presas móviles pelágicas.
b) calamar de la familia ommastrephidae			
Distribución geográfica			Circumpolar en latitudes subantárticas y antárticas pero no a altas latitudes antárticas.
Distribución espacial	Características del entorno físico importantes para este estadio de vida.	Plataformas	Plataformas (para el desove) y taludes continentales y en el mar abierto durante la alimentación.
	Extensión espacial o zona de distribución	La distribución de juveniles en el sector suroeste del Atlántico cae en su mayor parte fuera del área (plataforma patagónica). Se desconoce la distribución fuera del sector suroeste del Atlántico.	Una gran proporción de la biomasa asociada con el Frente Polar.
	Factores/funciones que afectan la distribución espacial, incluidos los cambios temporales a la distribución.	El desove ocurre en la plataforma (patagónica) donde se desarrollan los juveniles.	La migración relacionada con la alimentación y el desove afecta la distribución espacial. Concentraciones generalmente asociadas con sistemas frontales oceánicos. La distribución varía significativamente en el tiempo y el espacio.
	Profundidad (si procede)	0–200 m	0–≥ varios cientos de metros.
	Factores/funciones que afectan la distribución batimétrica, incluidos los cambios temporales a la distribución.	MVD en la plataforma	Migración vertical diurna hacia la superficie en el atardecer.
	¿Afecta el hielo a la deriva a la distribución?	No, porque los juveniles se encuentran en otra parte.	Se desconoce su distribución en altas latitudes antárticas; poco probable que el hielo a la deriva afecte la distribución.
Estructura de edades (si procede)			-
Unidad		Biomasa	Biomasa

(continúa)

Tabla 13(b) (continuación)

		Juveniles	Adultos
Condición	Tamaño		Ver WG-EMM-04/26, figura 9
	Reproducción	-	-
	Salud	?	-
	Basura	?	-
Datos de entrada	Reproducción	Desova durante todo el año, la fecundidad potencial por cada hembra se estima en 115 000–560 000 (de la estimación del número de huevos en el ovario).	Juveniles entrantes menos el consumo.
	Movimiento físico	Migración pasiva de juveniles con las corrientes oceánicas fuera de las zonas de desove para alimentarse.	Población adulta migra activamente a la zona de desove para desovar, lo que en el suroeste del Atlántico ocurre en la plataforma patagónica.
	Desplazamiento según el estadio de vida	Progresión de la talla entre juveniles y adultos.	Mueren/consumidos
Resultados	Depredadores		Depredadores de cefalópodos y vertebrados se alimentan en plataformas/taludes epipelágicos y mesopelágicos superiores y en el mar abierto. La depredación total en el mar de Escocia se estima en 326 000–381 000 toneladas al año.
	Explotación	-	La captura secundaria de otros calamares en las pesquerías de calamar con poteras frente a las Islas Malvinas/Falkland y en la plataforma patagónica, a veces es el objetivo directo de los pescadores comerciales con poteras que operan en la Subárea 48.3.
	Muerte (otras fuentes de mortalidad)		Mortalidad natural del 100% del resto de la población adulta después del desove.
Consumo	Clasificación, p.ej. depredadores generalizados o específicos	Depredador oportunístico generalizado.	Depredador oportunístico generalizado.

(continúa)

Tabla 13(b) (continuación)

		Juveniles	Adultos
Consumo (continuación)	Tipos de alimento	?? supone zooplancton más pequeño y peces larvales, conspecíficos.	Mictófidos (en particular <i>Krefflichthys anderssoni</i> ), cefalópodos incluye canibalismo entre individuos de la misma especie, crustáceos incluidos <i>E. superba</i> y el anfípodo <i>T. gaudichaudii</i> .
	Relación funcional de la alimentación para distintas presas.	Se alimenta exclusivamente de presas móviles pelágicas. Un calamar puede comerse otro calamar tan grande como el mismo y continuar cazando presas más pequeñas??	Se alimenta exclusivamente de presas móviles pelágicas. Un calamar puede comerse otro calamar tan grande como el mismo y continuar cazando presas más pequeñas.
c) calamares nectónicos pequeños a medianos			
Distribución geográfica			Distribución circumpolar ininterrumpida a través de la zona antártica y subantártica.
Distribución espacial	Características del entorno físico importantes para este estadio de vida.		Plataformas y taludes continentales y en mar abierto desde latitudes subantárticas hasta altas latitudes antárticas. Distribución omnipresente.
	Extensión espacial o zona de distribución		Ver sección anterior
	Factores/funciones que afectan la distribución espacial, incluidos los cambios temporales a la distribución.		Hasta no contar con más datos, la cobertura espacial de este grupo modelado deberá permanecer estática desde las latitudes subantárticas hasta altas latitudes antárticas. (Las diferencias específicas de las especies aparecen en WG-EMM-04/26, figura 8).
	Profundidad (si procede)		0 – ≥ 2 000 m
	Factores/funciones que afectan la distribución batimétrica, incluidos los cambios temporales a la distribución.		Hasta no contar con más datos, la distribución batimétrica de este grupo modelado deberá permanecer estática a través de las latitudes subantárticas hasta altas latitudes antárticas. (Las diferencias específicas de las especies aparecen en WG-EMM-04/26, figura 8).
	¿Afecta el hielo a la deriva a la distribución?		Distribuida dentro de la zona del hielo a la deriva; se desconoce si el hielo a la deriva afecta la distribución..
Estructura de edades (si procede)			-
Unidad			Biomasa
Condición	Tamaño		Ver WG-EMM-04/26, figura 1
	Reproducción		-
	Salud		-
	Basura		-
Datos de entrada	Reproducción		Desova durante todo el año en el borde/talud continental, en latitudes subantárticas y en mar abierto.
	Movimiento físico		-
	Desplazamiento según el estadio de vida		-

(continúa)

Tabla 13(c) (continuación)

Resultados	Depredadores	Componente importante de la dieta de muchos depredadores vertebrados en el sector suroeste del Atlántico; ≥ 3 especies de calamares aparecen en las dietas de 11 depredadores incluidos pingüinos, albatros, pinnípedos, ballenas y peces. También forman parte de la dieta de otros depredadores.
	Explotación	Captura secundaria ocasional, descartada.
	Muerte (otras fuentes de mortalidad)	Mortalidad natural del 100% del resto de la población adulta después del desove.
Consumo	Clasificación, p.ej. depredadores generalizados o especializados	Depredadores oportunisticos generalizados.
	Tipos de alimento	Pequeños peces mesopelágicos, pequeños cefalópodos, zooplancton incluidos eufáusidos, copépodos y el anfípodo <i>T. gaudichaudii</i> .
	Relación funcional de la alimentación para distintas presas	Se alimenta exclusivamente de presas móviles pelágicas. Un calamar puede comerse otro calamar tan grande como el mismo y continuar cazando presas más pequeñas.

Tabla 14: Posible matriz de transición para el pingüino adelia. Los números se refieren a las funciones y la discusión en el texto. (X representa una probabilidad de transición; Tiempo representa el tiempo gastado en las etapas que aparecen a la izquierda; Función representa la función ecológica o física que determina la probabilidad de transición). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

	Emplumado	Pre-reproductor (Itinerante)	Pre-reproductor (Colonia)	No reproductor (Itinerante)	No reproductor (Colonia)	Reproductor
Polluelo	X Tiempo: Función:					
Emplumado		X Tiempo: 1 año Función: 1	X Tiempo: 1 año Función: 1			
No reproductor (Itinerante)		X Tiempo: Función:	X Tiempo: Función:			X Tiempo: 3–5 inviernos Función: 2, 3
No reproductor (Colonia)		X Tiempo: Función:	X Tiempo: Función:			X Tiempo: 3–5 inviernos Función: 2, 3
No reproductor (Itinerante)				X Tiempo: anual Función:	X Tiempo: anual Función:	X Tiempo: anual Función:
No reproductor (Colonia)					X Tiempo: anual Función:	X Tiempo: anual Función:
Reproductor					X Tiempo: anual Función:	X Tiempo: anual Función:

Tabla 15: Posibles categorías de matrices de transición para otros grupos taxonómicos de aves y mamíferos marinos. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Albatros y petreles de mayor tamaño	Petreles de menor tamaño	Lobo fino antártico	Focas del campo de hielo (cangrejas, de Ross y leopardo)	Foca de Weddell	Elefante marino del sur	Ballenas mysticetas	Ballenas odontocetos
Polluelo	Polluelo	Cachorro	Cachorro	Cachorro	Cachorro	Ballenato	Ballenato
Emplumado	Emplumado	Juvenil	Juvenil	Juvenil	Juvenil	Juvenil	Juvenil
Juvenil	Juvenil	Macho subadulto	No reproductor	No reproductor	Macho subadulto	No reproductor	No reproductor
Reproductor	Reproductor	Macho no reproductor	Reproductor	Reproductor	Macho no reproductor	Reproductor	Reproductor
Reproductor fallido	Reproductor fallido	Macho reproductor			Macho reproductor		
No reproductor	No reproductor	Hembra reproductora			Hembra reproductora		
		Hembra que no pudo reproducirse			Hembra que no pudo reproducirse		

Tabla 16: Clasificación de los componentes de la dieta de aves y mamíferos marinos. El paréntesis cuadrado [ ] contiene indicaciones generales que deberán ser refinadas. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Categoría de presa	Clasificación
Copépodo	[grande, pequeño]
Anfípodo	Themisto, otro
Mísido	[taxón]
Kril	[sexo, condición, talla]
Calamar	[grande, pequeño; vivo, muerto]
	Onychoteuthidae
	Ommastrephidae
	Otro
Peces	[adulto, juvenil]
	Austromerluza
	Dracos
	Mictófidos
	Otro [grande, pequeño]
Carroña	[taxón]
Aves	[taxón]
Mamíferos marinos	[taxón]

Tabla 17: Análisis cualitativo de la presa de las aves y mamíferos marinos en el sector atlántico del Océano Austral. Se listan los depredadores en la columna izquierda. Otras columnas representan grupos de presas sobre la base de la clasificación de la tabla 4.16. El número de X corresponde a la posible importancia de la presa. (X) indica presencia ocasional. L – talla grande, S – talla pequeña. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

	Copépodos	Anfípodos	Kril	Calamar		Dracos	Mictófidios	Otros peces		Carroña	Pinnípedos	Aves marinas
				S/vivo	L/muerto			L	S			
Aves voladoras de mayor tamaño												
Albatros errante					XX			X		XX		
Albatros oscuro de manto claro			X	X	X			X		X		(X)
Albatros de cabeza gris			X	XX			X					
Albatros de ceja negra			XX	X			X			X		
Petrel gigante			X		X					XXX		X
Aves voladoras de menor tamaño												
Petrel de mentón blanco			XX	XX			XX		X			
Petrel-paloma antártico	XX	X	XX									
Petrel damero			XX				X	XX				
Petrel plateado			XX	X				X				
Petrel antártico			XX	X				X				
Petrel de las nieves			XX					X				
Petrel zambullidor o yunco	XX	X	XX									
Petrel de las tormentas	XX	X	X				X					
Pinguinos												
Rey				X			XXX					
Emperador			X	X				XXX				
Papúa			XX			XX		X	X			
Adelia/barbijo			XXX				X					
Macaroni		X	XXX									
Mamíferos marinos												
Cetáceos:												
Ballenas mysticetas			XXX									
Ballenas odontocetas				XX				XX				
Cachalotes				XXX								
Orcas								X			XXX	
Pinnípedos												
Lobo fino			XXX			XX	X		X			
Foca cangrejera			XXX									
Foca de Weddell				XX				XXX				
Foca leopardo			XX					XX			XX	
Foca de Ross				XX	X			XX				
Elefante marino				XX	XX			XX				











Tabla 20: Razones aducidas por los capitanes de pesca al seleccionar el área de pesca durante cada mes en el transcurso de las estaciones en las Subáreas 48.1, 48.2 y 48.3 (WG-EMM-04/51). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

		Razones para decidir					
	Mes	Densidad	Cambio en la talla del kril	Kril demasiado verde	Demasiadas salpas	Condición del hielo	Transbordos
Islas Shetland del Sur Subárea 48.1	Diciembre	16	0	1	0	0	0
	Enero	34	2	14	1	0	3
	Febrero	19	2	9	5	0	0
	Marzo	37	1	6	2	0	2
	Abril	46	4	4	0	0	2
	Mayo	32	2	0	0	4	1
	Junio	10	1	0	0	2	0
	Julio	5	0	0	0	2	1
Islas Orcadas del Sur Subárea 48.2	Diciembre	3	0	2	0	0	0
	Enero	0	0	2	0	0	1
	Febrero	2	0	1	0	1	0
	Marzo	7	0	1	0	2	0
	Abril	4	1	1	0	0	0
	Mayo	3	1	0	0	3	0
	Junio	4	1	0	0	7	0
Georgia del Sur Subárea 48.3	Mayo	1	0	0	0	0	0
	Junio	4	0	0	0	0	0
	Julio	0	0	0	0	0	0
	Agosto	1	1	0	0	0	0
	Septiembre	3	0	0	0	0	0

Tabla 21: Propiedades de la pesquería de kril. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Taxa	<p>Barcos de pesca de kril en general</p> <p>Naciones</p> <p>Flotas</p> <p>Barcos individuales</p> <p>Tamaño del barco</p> <p>Tipo de producto elaborado</p> <p>Capacidad de fábrica (basado en el kril crudo)</p> <p>Tipo de arte</p>
Estado	En desarrollo, establecida
Unidad	Número (de barcos), número de lances (esfuerzo), captura (toneladas), duración de la operación (días, horas)
Formación de la zona de pesca	<p>Relación con las características ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Borde de hielo</li> <li>• Topografía del fondo (distancia relativa al borde de hielo)</li> <li>• Características hidrodinámicas de la zona → corrientes complejas alrededor de las islas y efectos producidos por la topografía del lugar;</li> <li>• Flujo de kril, patrón de distribución espacial</li> </ul> <p>Zonas de pesca del Área 48</p> <p>Islas Georgia del Sur, Orcadas del Sur, Elefante, Rey Jorge y Livingston, Península Antártica</p> <p>y dentro de estas zonas de pesca existen varios caladeros de pesca</p>
Toma de decisiones	<p>Patrones de pesca</p> <p>Sobre la base de la experiencia y acumulación de información (biológica, ambiental, normativa, física, logística)</p> <p>Compañía (demanda de mercado, precios, stocks remanentes, economía, logística)</p>
Factores que afectan el comportamiento	<p>Aspectos físicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuera de estación → topografía del fondo (profundidad y espacio)</li> <li>• Estacional → clima</li> </ul> <p>Biológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kril → distribución, color (verde, rojo/blanco), talla, madurez, concentración talla, tipo</li> <li>• Otras especies → salpas, peces, depredadores</li> </ul> <p>Comunicación con otros barcos, o seguimiento</p> <p>Logística → transferencia del cargamento, emergencias</p>

Tabla 22: Propiedades de la pesquería del draco rayado. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, la tabla podría estar incompleta).

Taxa	<p>Barcos de pesca de kril en general</p> <p>Naciones</p> <p>Flotas</p> <p>Barcos individuales</p> <p>Tamaño del barco</p> <p>Tipo de producto elaborado</p> <p>Capacidad de fábrica (basado en el kril crudo)</p> <p>Tipo de arte</p>
Estado	En desarrollo, establecida
Unidad	Número (de barcos), número de lances (esfuerzo), captura (toneladas), duración de la operación (días, horas)
Formación de la zona de pesca	<p>Relación con las características ambientales</p> <p>Topografía del fondo (área de la plataforma)</p> <p>Características biológicas</p> <p>concentración</p> <p>Zona de pesca del Área 48</p> <p>Subárea 48.3</p> <p>Zona de pesca del Área 58</p> <p>Divisiones 58.5.1 y 58.5.2</p>
Toma de decisión	<p>Patrones de pesca</p> <p>Sobre la base de la experiencia y acumulación de información (biológica, ambiental, normativa, física, logística)</p> <p>Compañía (demanda de mercado, precios, stocks remanentes, economía, logística)</p>
Factores que afectan el comportamiento	<p>Aspectos físicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuera de estación → topografía del fondo (profundidad y espacio)</li> <li>• Estacional → hielo, clima</li> </ul> <p>Biológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Draco rayado → distribución, talla, madurez</li> <li>• Concentración → talla, tipo</li> <li>• Otras especies → especies secundarias</li> </ul> <p>Comunicación con otros barcos, o seguimiento</p> <p>Logística → transferencia del cargamento, emergencias</p> <p>Normativa → cierre temporal de un área, tamaño mínimo, captura secundaria.</p>



Figura 1: Ejemplo de la geometría espacial horizontal y vertical utilizada para definir un ecosistema en el modelo Atlantis. Verticalmente, si la profundidad del polígono es menor que la profundidad vertical máxima, se trunca(n) la(s) capa(s) de la columna de agua para que coincida(n) (e.g. un casillero en B de 100 m de profundidad tendría capas de 2 x 50 m en la columna de agua). Los casilleros que representan océano abierto en B de profundidad >1 800 m no tienen capas epibentónicas o de sedimento, y se les trata como si tuviesen un límite abierto debajo de la capa más profunda de la columna de agua. Nótese que las líneas finas indican los límites de los casilleros del modelo, mientras que las gruesas demarcan el límite de las zonas de ordenación; la posición del muestreo (utilizado en el modelo de observación) se denota con puntos negros (reproducido de Fulton et al., en impresión). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

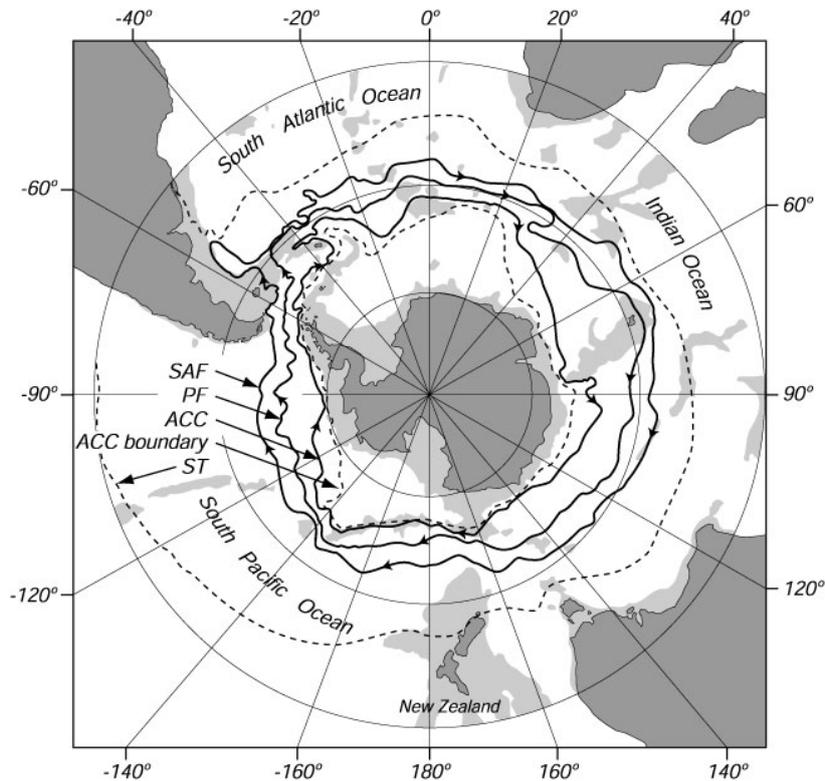


Figura 2: Características de los frentes principales del Océano Austral (Orsi et al., 1995) y límites de la CCRVMA (figura obtenida de [http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng\\_textbook/chapter13/Images/Fig13-13.htm](http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng_textbook/chapter13/Images/Fig13-13.htm)). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

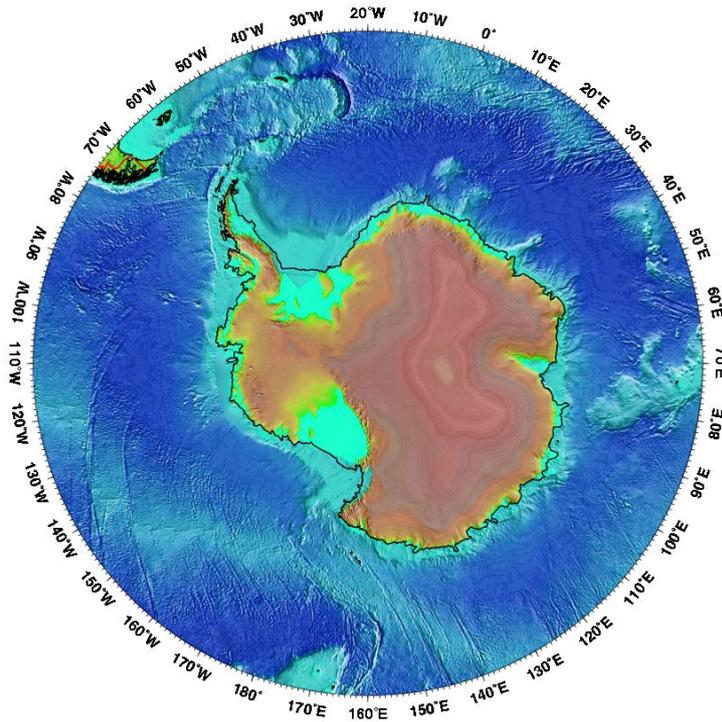


Figura 3: Características topográficas principales del Océano Austral (figura obtenida de [http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/southern/img\\_topo2/antarctic-coastal2.jpg](http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/southern/img_topo2/antarctic-coastal2.jpg)). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

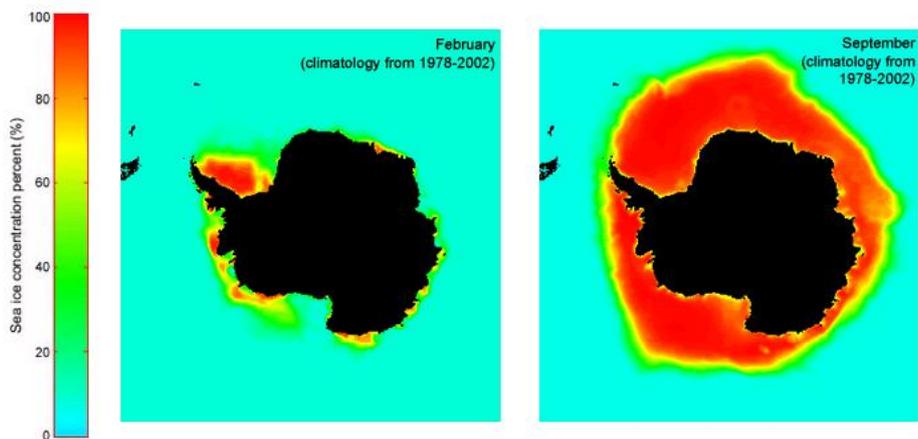


Figura 4: Extensión del campo de hielo alrededor de la Antártida en el verano y el invierno (figuras obtenidas de [http://nsidc.org/sotc/sea\\_ice.html](http://nsidc.org/sotc/sea_ice.html)). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

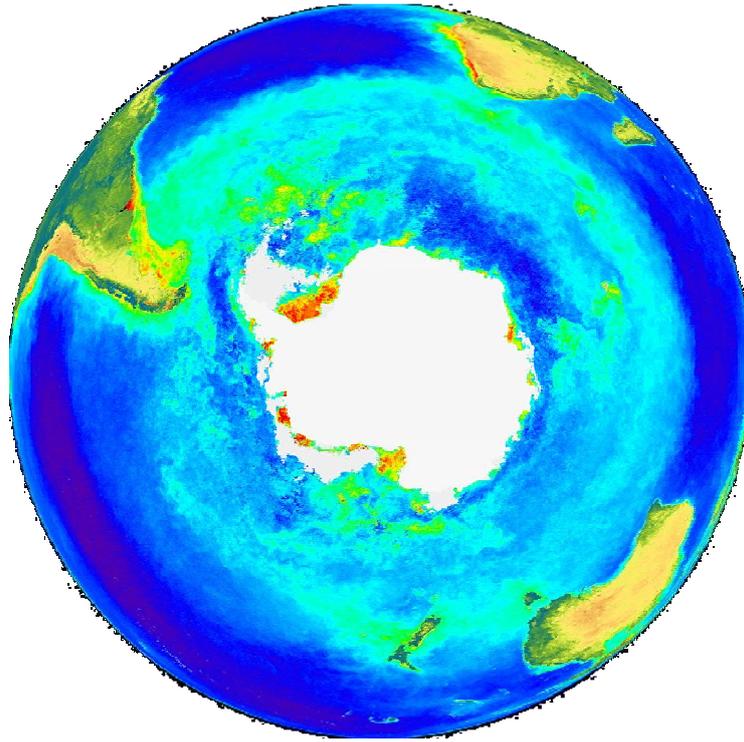


Figura 5: Distribución promedio de la clorofila en la región polar obtenida de SeaWiFS en septiembre 1997–julio 1998 (figuras obtenidas de <http://seawifs.gsfc.nasa.gov/SEAWIFS.html>). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

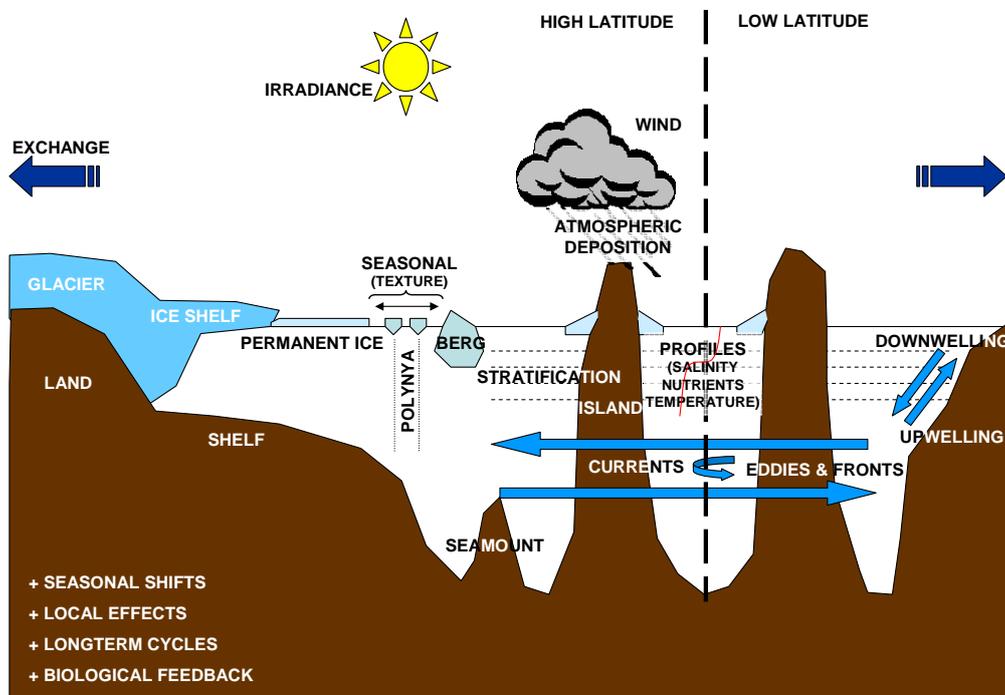


Figura 6: Diagrama conceptual de los principales factores físicos y los procesos que afectan al ecosistema marino del Océano Austral. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

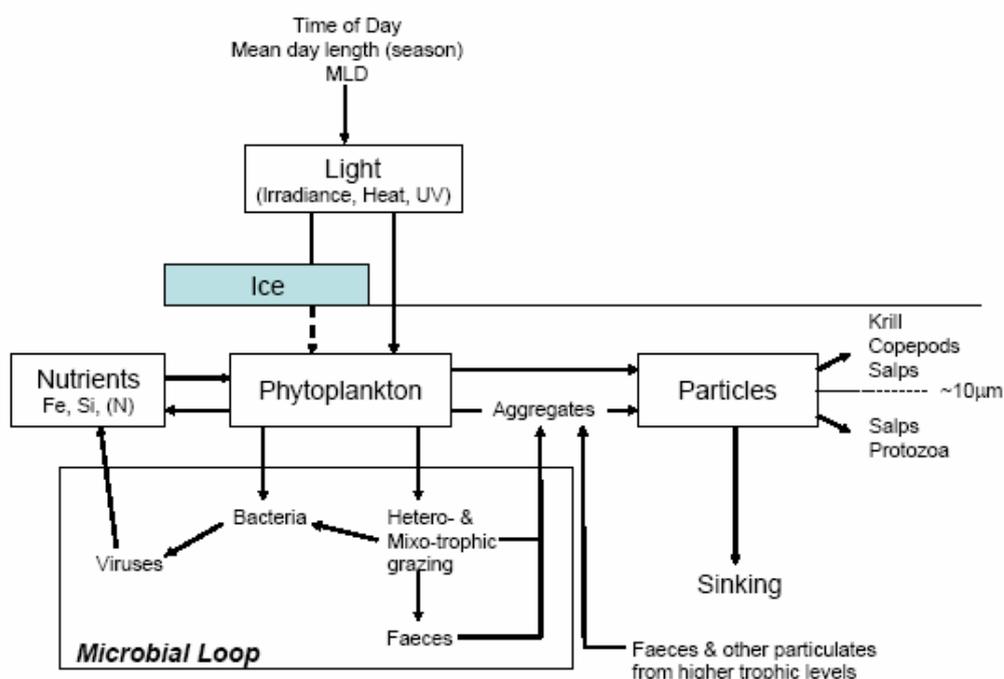


Figura 7: Modelo conceptual de los vínculos importantes que afectan la producción de partículas de alimento del zooplancton. MLD – profundidad de capas mixtas (DOM). Nótese que el material orgánico disuelto proviene de los desechos de todos los organismos y junto con las partículas de material orgánico, son fuentes importantes de carbón en el invierno (WG EMM 04/24). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

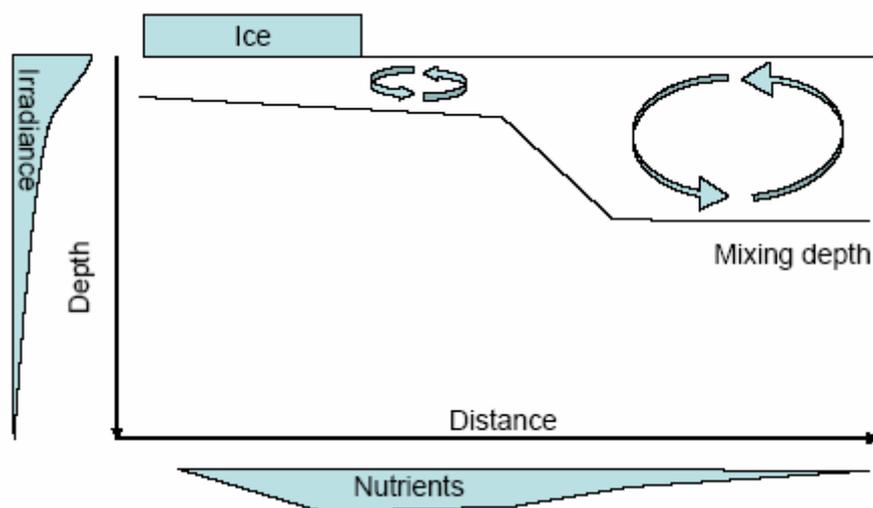


Figura 8: Representación esquemática de la manera como las características espaciales del medio ambiente podrían afectar la producción primaria en la región de la banquisa de hielo. Las flechas indican una posible mezcla. El ancho de las formas que rodean a los nutrientes y la irradiación indican las cantidades que podrían estar disponibles para el fitoplancton dada la proximidad al hielo y la profundidad de la capa donde ocurre la mezcla (de WG-EMM-04/24). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

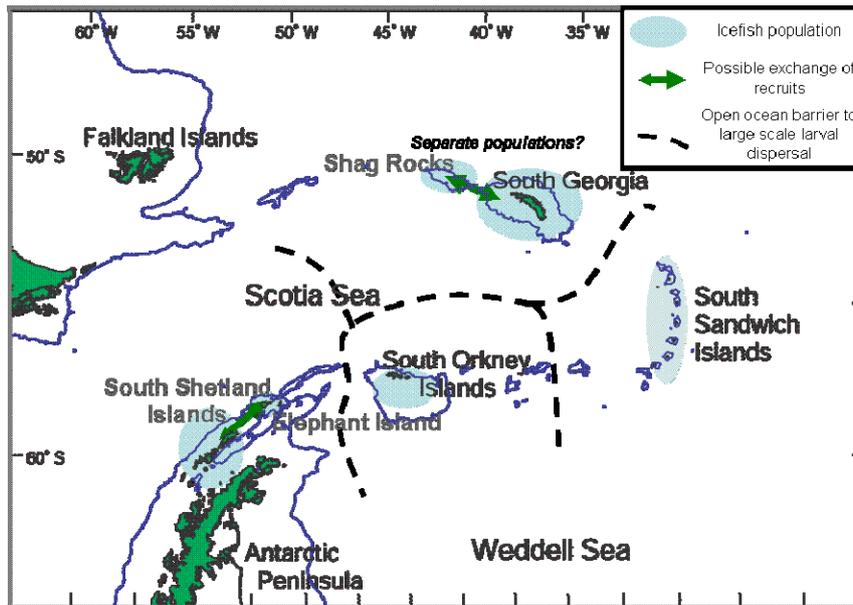


Figura 9: Modelo conceptual de la distribución de *Champsocephalus gunnari* en el Atlántico suroeste. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

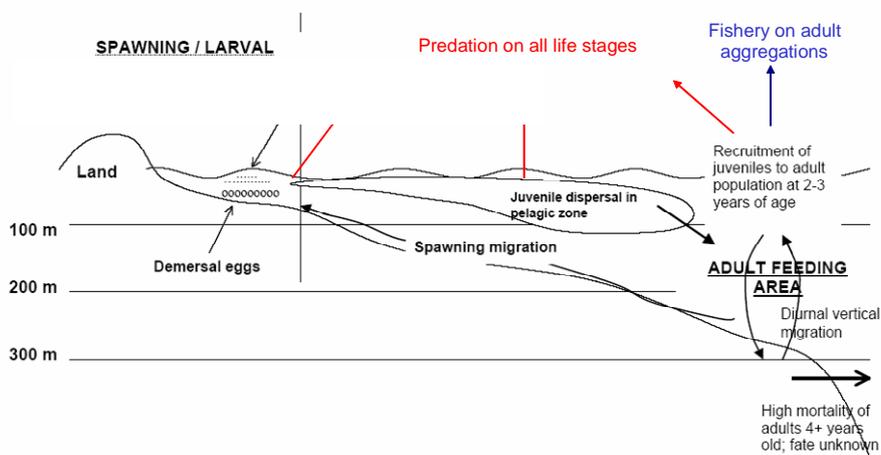


Figura 10: Esquema del ciclo vital de *Champsocephalus gunnari* (modificación del contenido de WG-EMM-04/59). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

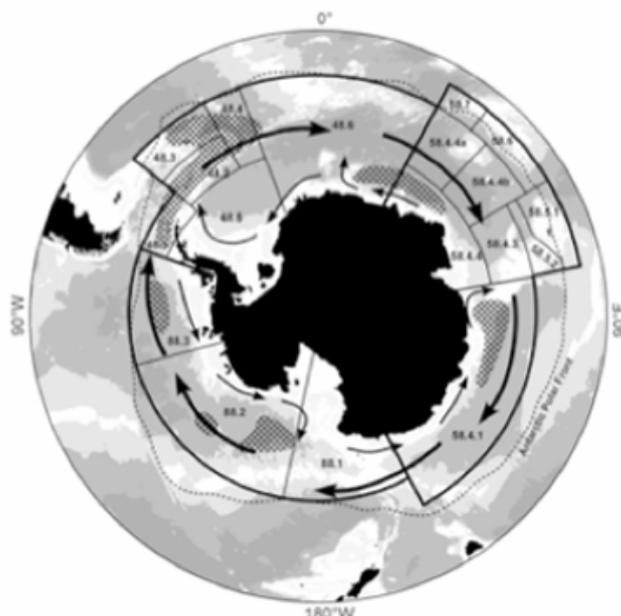


Figura 11: Frente Polar Antártico, límites de la CCRVMA, áreas estadísticas de la FAO, áreas de gran densidad de kril (sombreadas), corriente circumpolar antártica (ACC) (deriva del viento del oeste) y deriva del viento del este (fuentes: CCRVMA , Hobart, Australia; Laws, 1985; Amos, 1984; Mackintosh, 1973). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

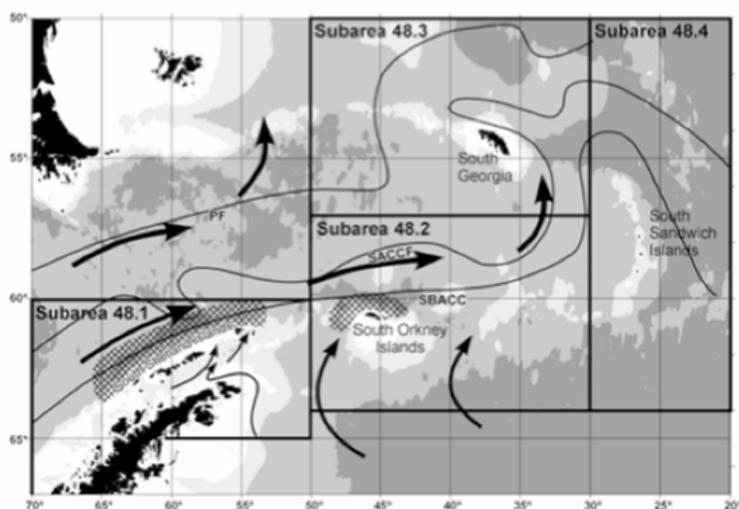


FIGURE 3. Krill spawning areas (cross-hatched), major currents and frontal zones in the southwest Atlantic sector of the Southern Ocean; PF indicates Polar Front, SACCF indicates Southern Antarctic Circumpolar Current Front and SBACC indicates the southern boundary of the Antarctic Circumpolar Current (sources: Marr, 1962; Orsi et al., 1995; Hofmann et al., 1998.)

Figura 12: Áreas de desove de kril (sombreadas), corrientes principales y zonas frontales en el sector del Atlántico suroeste del Océano Austral; PF – frente polar, SACCF – frente sur de la corriente circumpolar antártica; y SBACC – límite sur de la corriente circumpolar antártica (ACC) (fuentes: Marr, 1962; Orsi et al., 1995; Hofmann et al., 1998). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

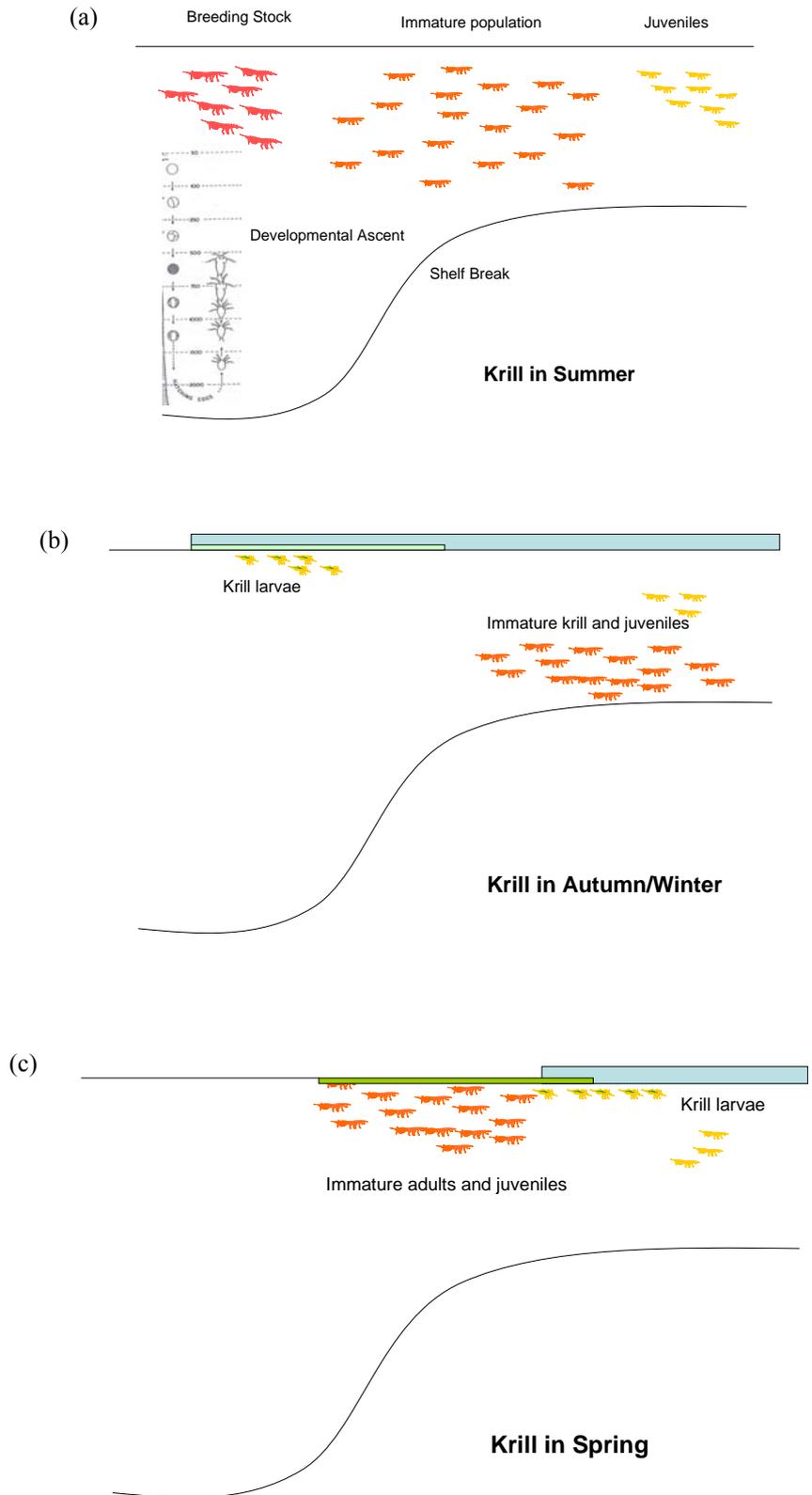


Figura 13: Modelo conceptual de la población de kril en verano e invierno (modificado de WG-EMM-04/50). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

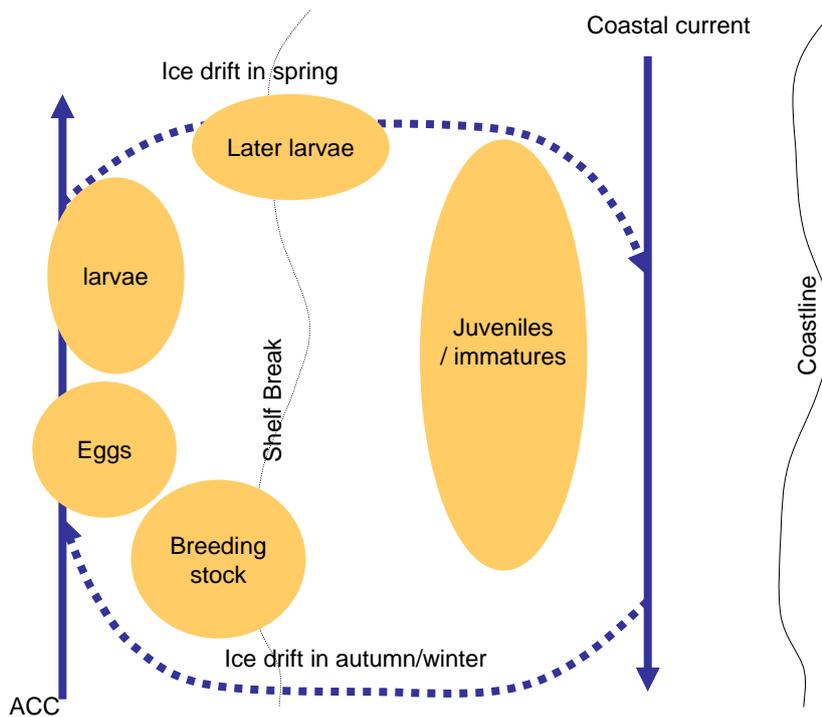


Figura 14: Modelo conceptual de kril en primavera y plan del modelo de migración de los estadios del desarrollo (modificado de WG-EMM-04/50). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

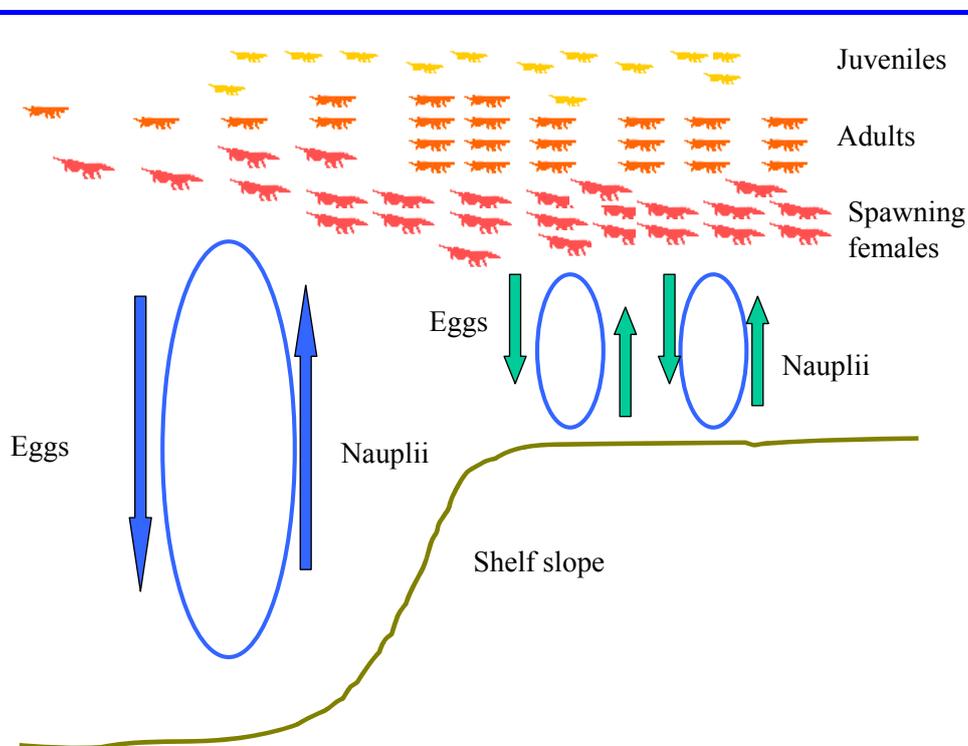


Figura 15: Distribución estival de kril en las Islas Orcadas del Sur. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

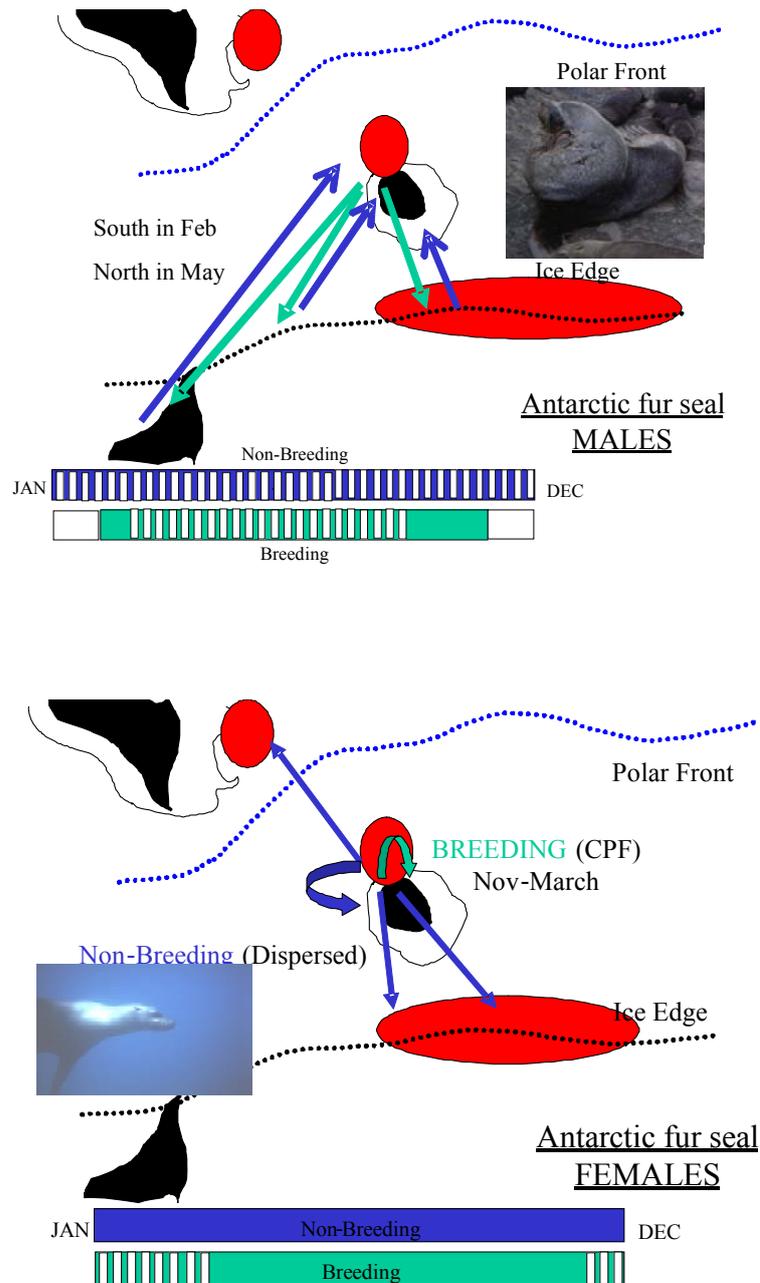


Figura 16: Modelo conceptual de la distribución estacional del lobo fino antártico en una isla subantártica del Área 48. La mitad superior se refiere a los machos y la inferior a las hembras. Las barras en el extremo inferior de ambas mitades indican el tiempo gastado en el mar por los ejemplares no reproductores y reproductores. Se observa una dispersión hacia el sur de las focas macho, alejándose de la colonia de reproducción en enero, con un retorno hacia el norte a principios de invierno. Las focas hembra que buscan alimento en torno a un lugar central durante la temporada de reproducción se dispersan alejándose de la isla hacia otros lugares en busca de alimento (indicados por las elipses sombreadas) fuera de la temporada de reproducción. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

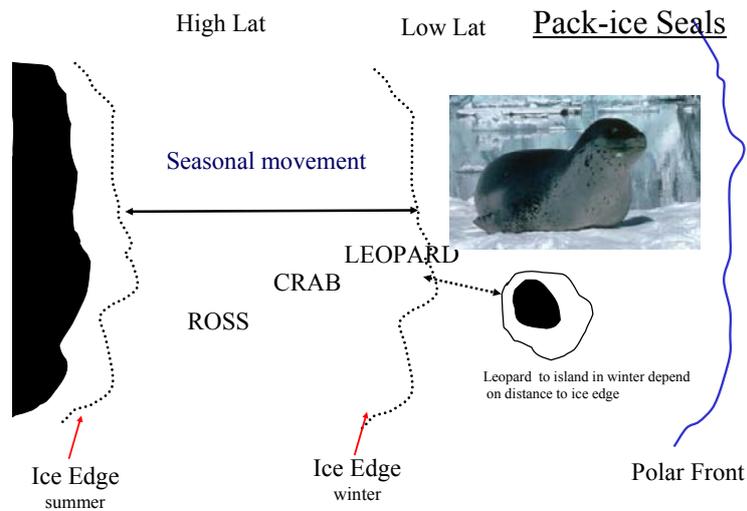


Figura 17: Distribución espacial y temporal de las focas del campo de hielo que siguen el avance y la retirada del hielo con las estaciones; y radio de la dispersión de las focas leopardo hacia las islas subantárticas en función de la proximidad a la banquisa de hielo. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

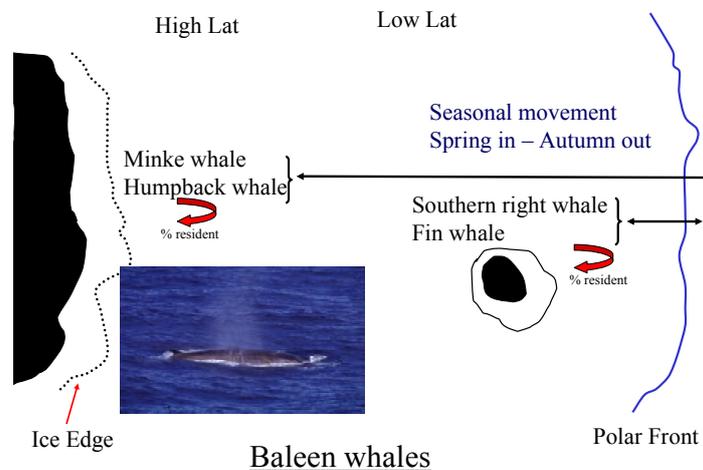


Figura 18: Distribución espacial y temporal de las ballenas mysticetas, separadas en un grupo encontrado en altas latitudes (rorcual aliblanco, ballena jorobada y posiblemente el rorcual azul) y uno encontrado en latitudes más bajas de la zona subantártica, que comprenden el rorcual común y la ballena antártica (y posiblemente el rorcual negro). Las flechas rectas indican la dirección de las migraciones principales, mientras que las curvas indican la pequeña proporción de ballenas que invernán en el ecosistema. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

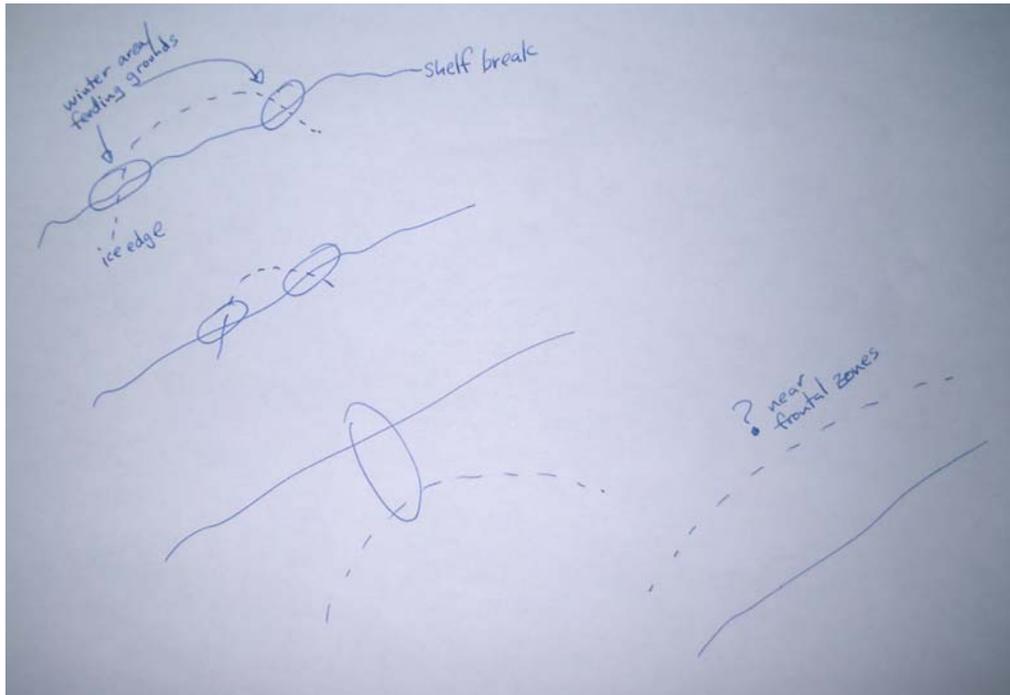


Figura 19: Representación gráfica de las zonas de alimentación de los pingüinos adelia en relación con la banquisa de hielo y el borde de la plataforma. Cuando no hay hielo, se supone que los pingüinos se alimentan en el borde de la plataforma, de otro modo, se supondría que se alimentan cerca de la banquisa de hielo. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

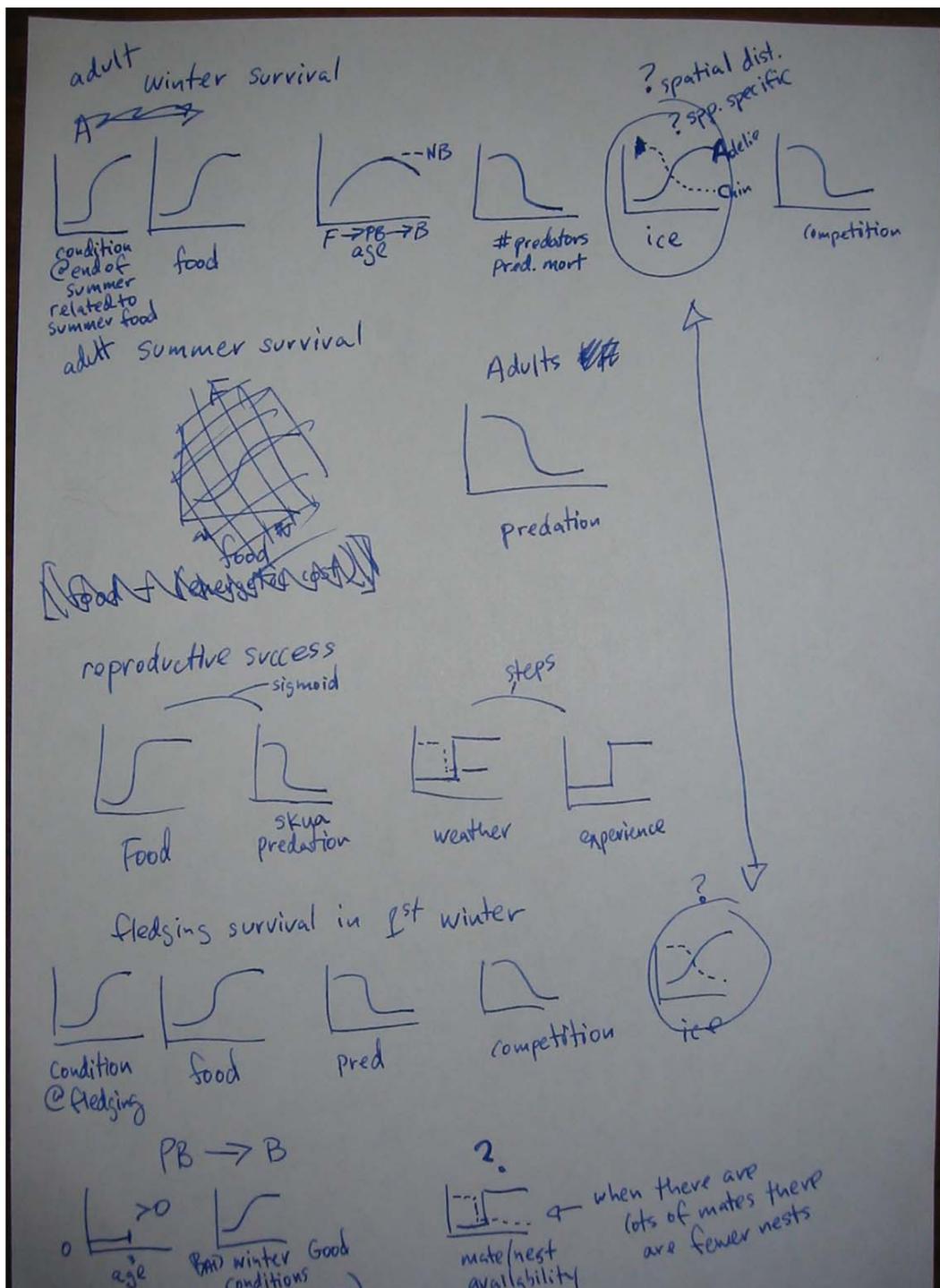


Figura 20: Representación gráfica del tipo de relación que afecta la demografía del pingüino adelia. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

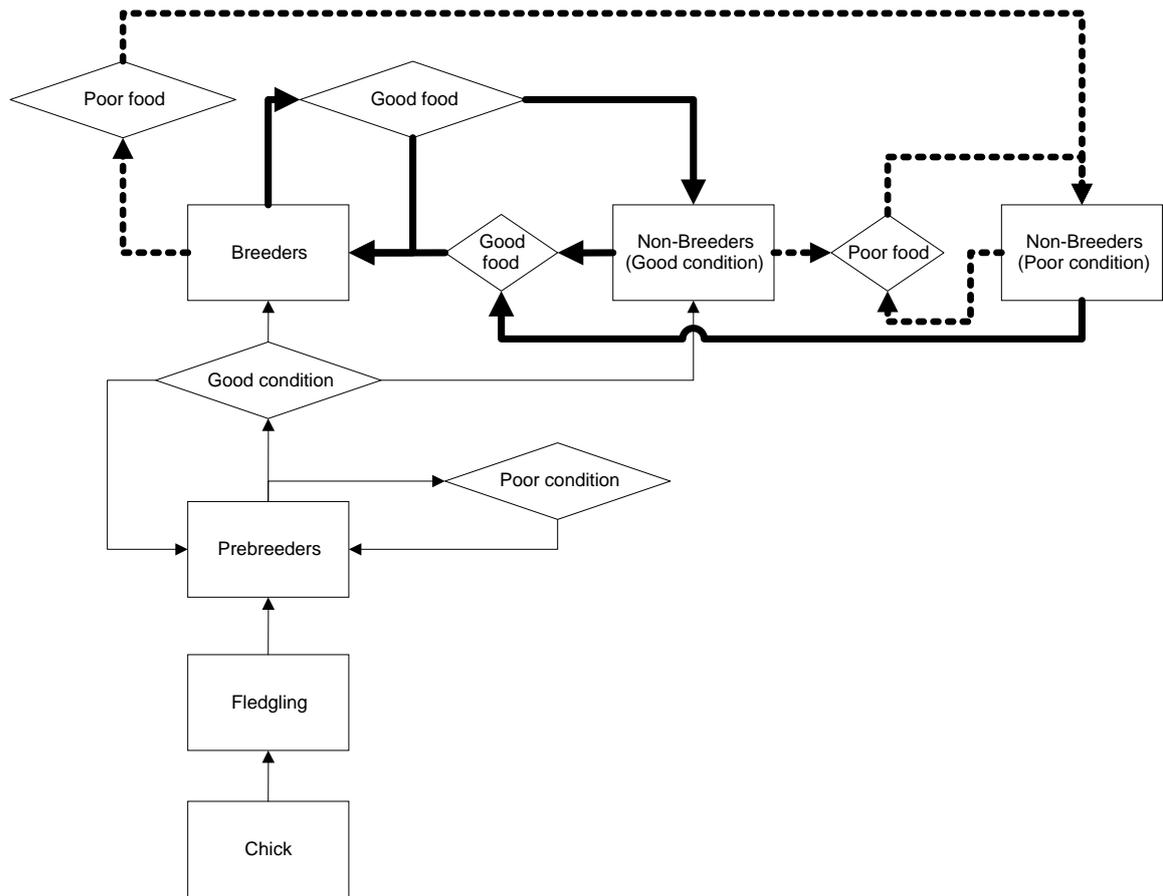


Figura 21: Modelo conceptual general de la transición entre los distintos estadios de desarrollo de las aves. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

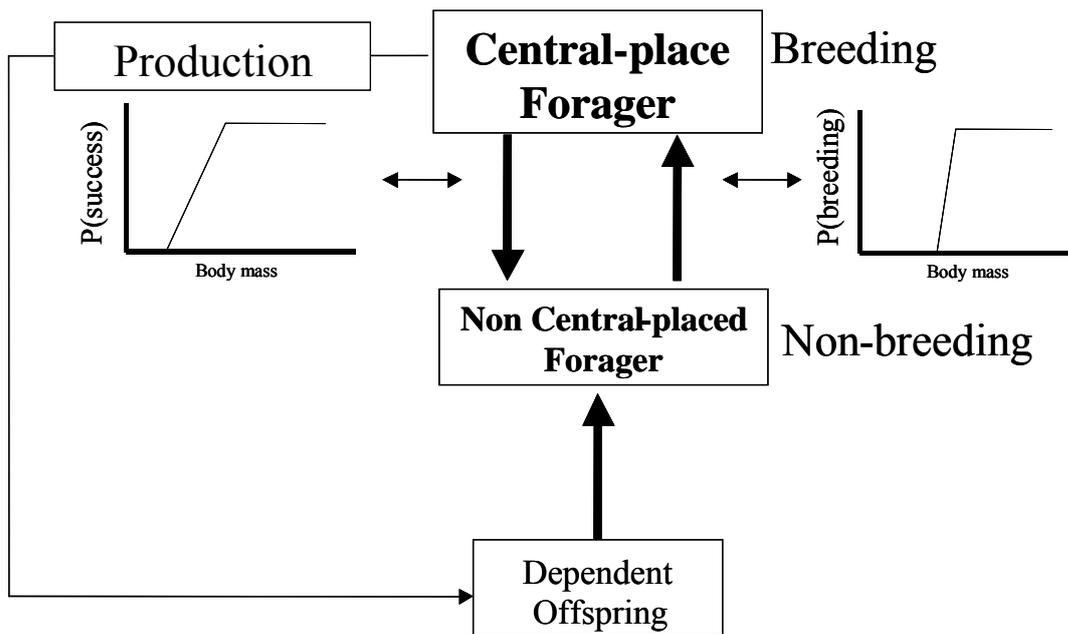


Figura 22: Diagrama que muestra los tres elementos principales de un buen reproductor – descendencia sana, animal que no se reproduce (de amplia distribución cuando busca alimento) y reproductor (se alimenta en torno a un lugar central). Para que la transición al estado de reproductor ocurra, el animal debe alcanzar una edad mínima; después de alcanzada ésta, su condición corporal determinará si será un reproductor: la probabilidad de reproducción depende de la condición corporal (substituida por la masa corporal en este caso) antes de la temporada de reproducción. El éxito de la reproducción dependerá del mantenimiento de la masa corporal durante la temporada de reproducción. La transición a un comportamiento de búsqueda de alimento propio de los animales que no se reproducen ocurrirá cuando el animal ya no tiene progenie dependiente, es decir, cuando los cachorros o polluelos mueren, se destetan o empluman. Esta transición puede ser determinada por una función de la condición de manera similar a la descrita arriba. La condición corporal será afectada por el coste de diferentes actividades, de manera que la inversión de los progenitores podría constituir un gasto substancial para un animal reproductor (es decir, el coste relativo de las actividades de los reproductores en comparación con las de los animales que no se reproducen podría ser del orden 2:1, sin asignar coste alguno a las crías dependientes). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

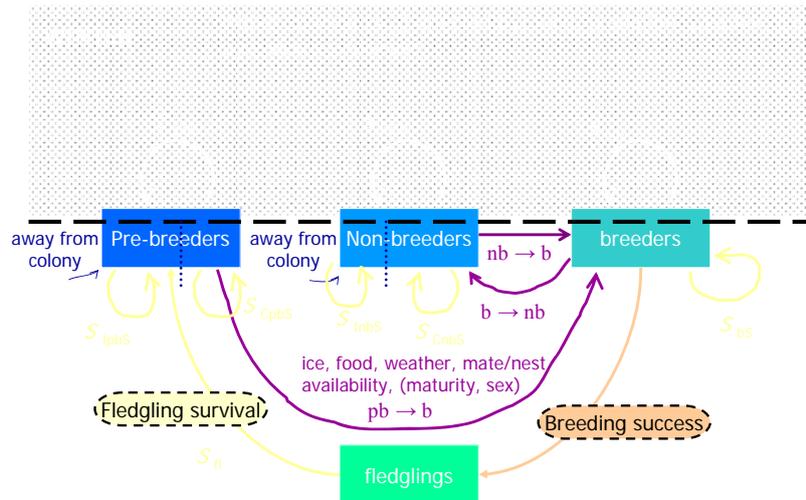


Figura 23: Demografía del pingüino adelia en isla Béchervaise (WG-EMM-04/53). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

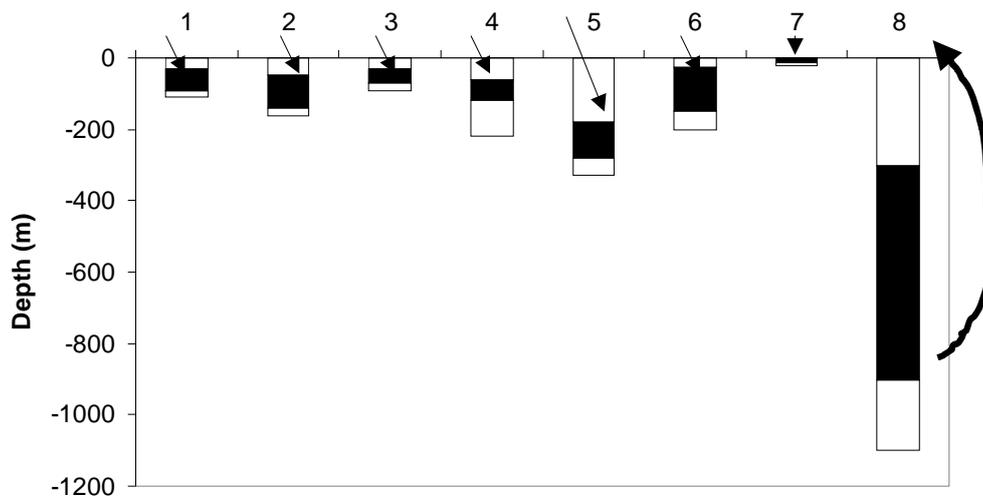


Figura 24: Modelo conceptual general de la distribución vertical de la búsqueda de alimento de los depredadores cuya respiración es aérea. Las secciones rellenas de las barras indican la zona de profundidad más frecuentada, las secciones de las barras sin rellenar indican el cuartil superior e inferior de la profundidad del buceo. Las flechas en la figura indican la dirección del movimiento desde la posición original donde los animales se alimentaron la mayoría del tiempo. Los números se refieren a los grupos taxonómicos:

1 – pingüino de barbijo, adelia y macaroni, 2 – pingüino papúa, 4 – lobo fino antártico, foca leopardo y foca cangrejera 5 – pingüino rey y pingüino emperador 6 – foca de Weddell 7 – ballenas mysticetas 8 – aves voladoras 9 – elefante marino y ballenas odontocetas.

(El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

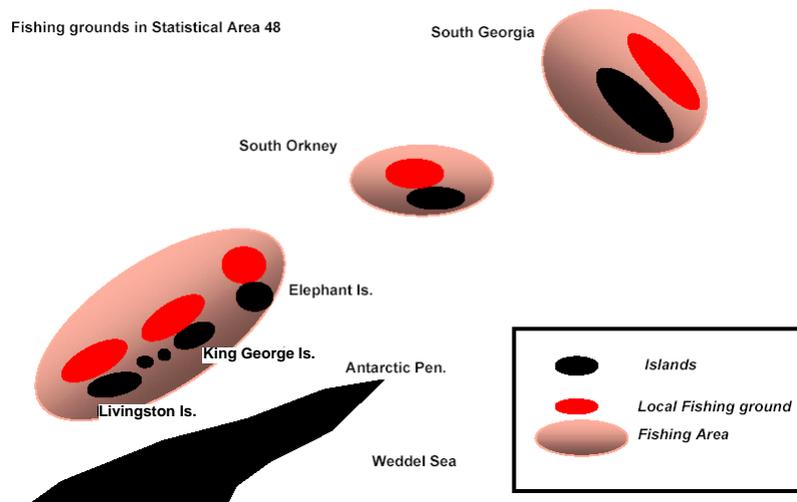


Figura 25: Ilustración conceptual de las áreas y caladeros de pesca de kril en el Área 48 (WG-EMM-04/51). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

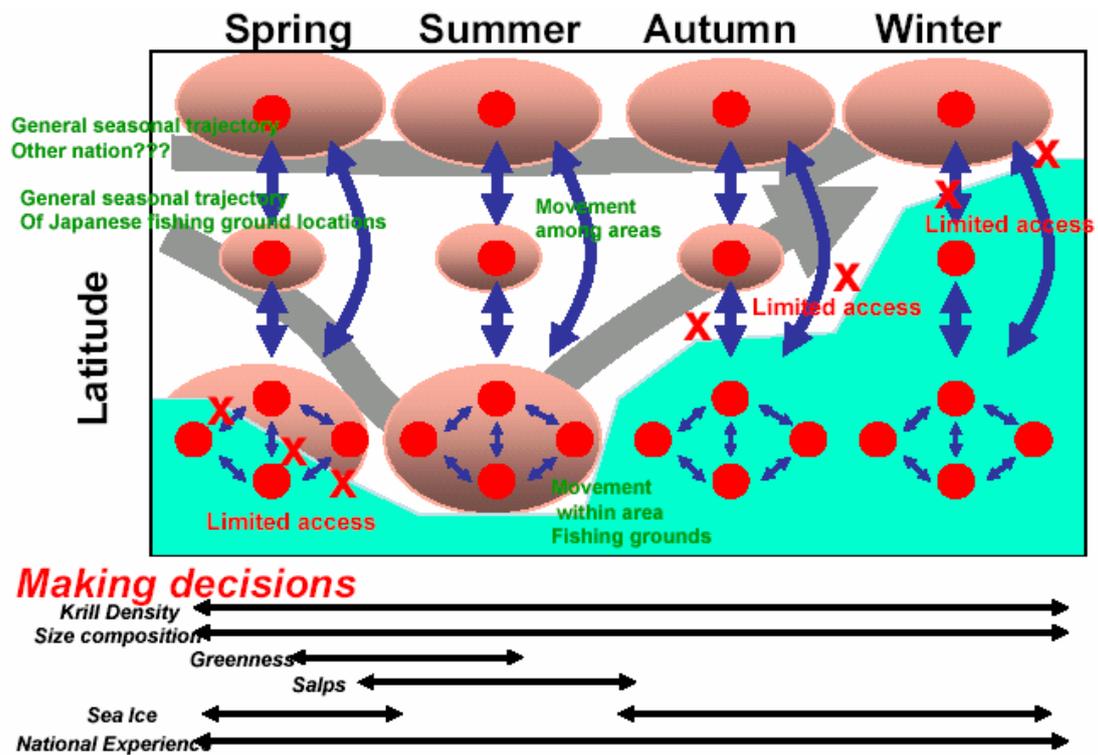


Figura 26: Esquema conceptual del comportamiento de la pesquería de kril en una temporada, y principales criterios decisivos (WG-EMM-04/51). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

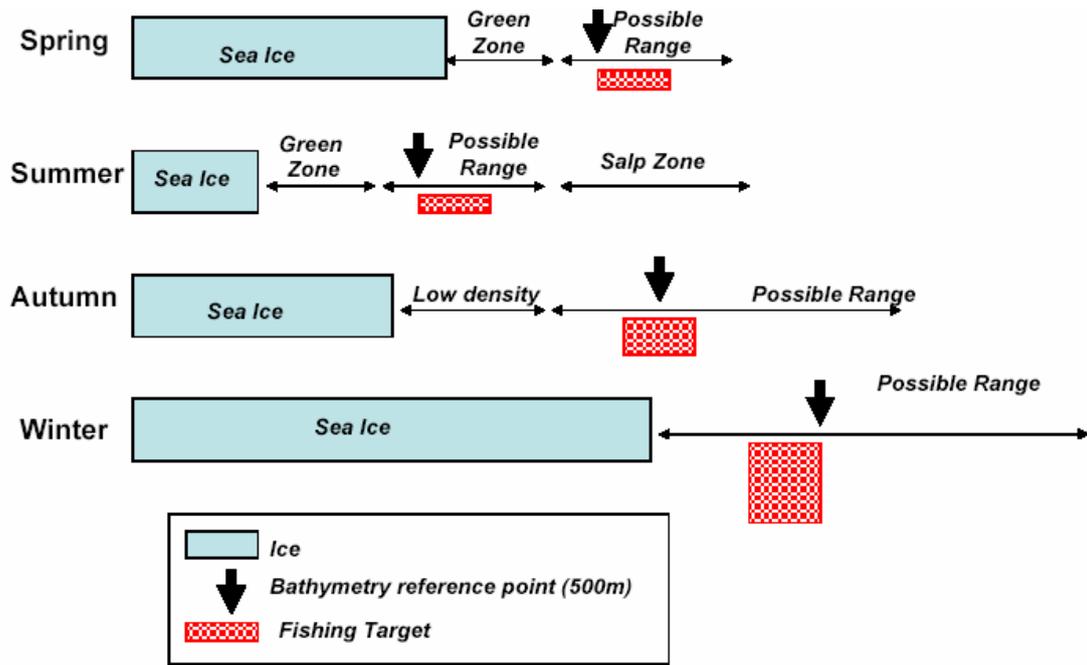


Figura 27: Pautas de la pesca de kril caracterizadas según la sucesión de propiedades físicas y biológicas de la estación en los caladeros de pesca (de acuerdo con la información presentada en WG-EMM-04/50). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

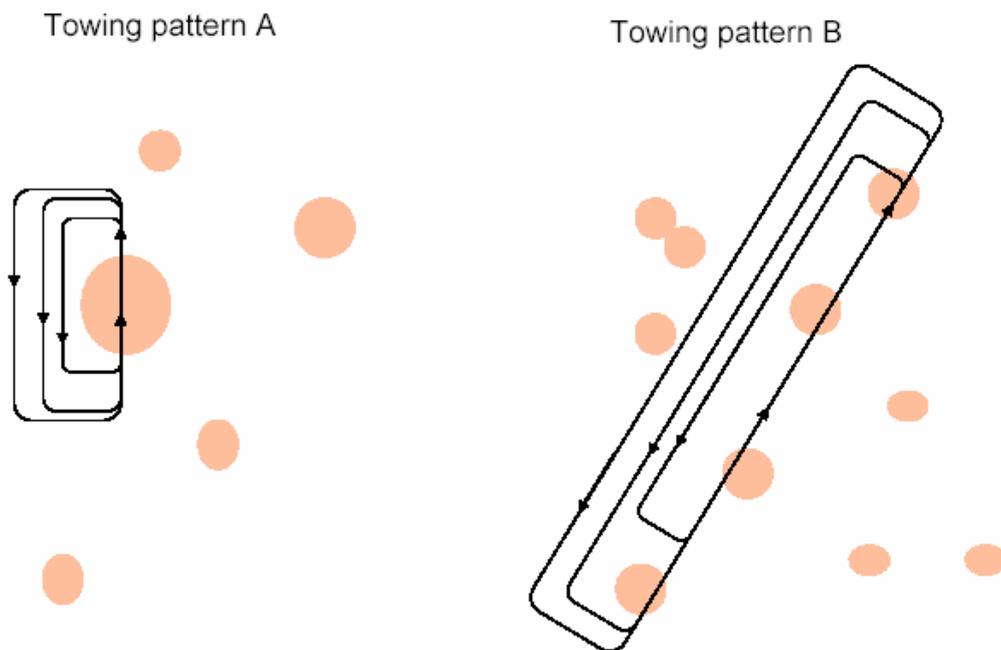


Figura 28: Diferentes estrategias de las operaciones pesqueras cuando la densidad regional de kril es constante pero la estructura de las concentraciones es variable (de acuerdo con la información presentada en WG-EMM-04/50). (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

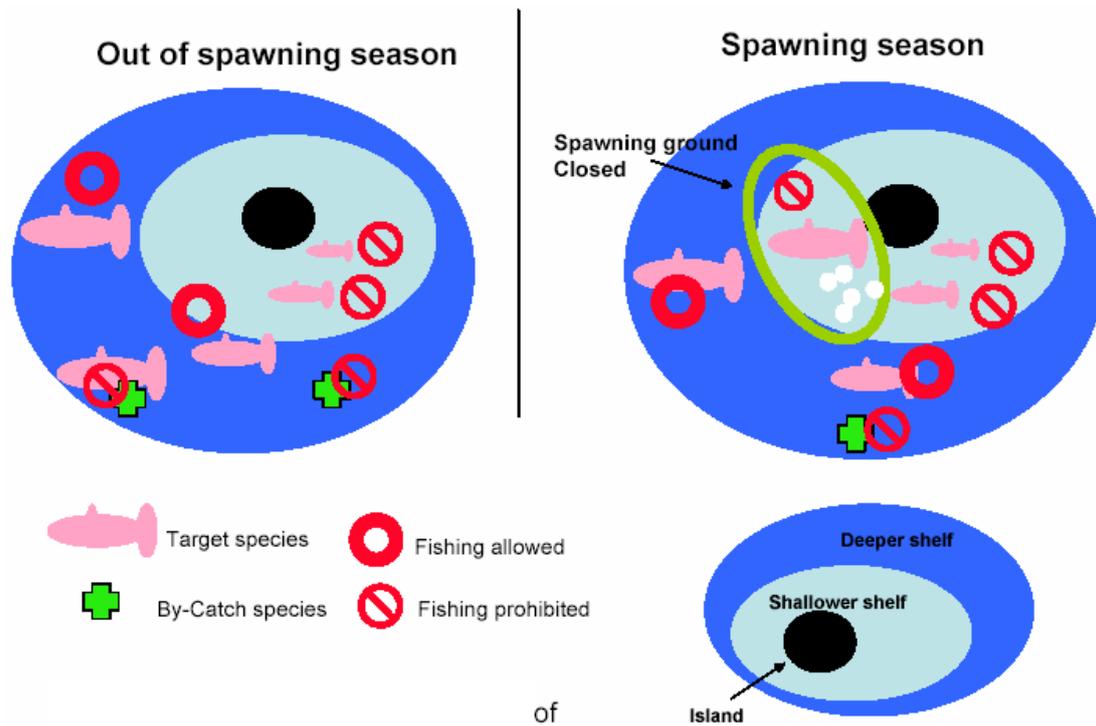


Figura 29: Esquema conceptual del caladero de pesca de dracs. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

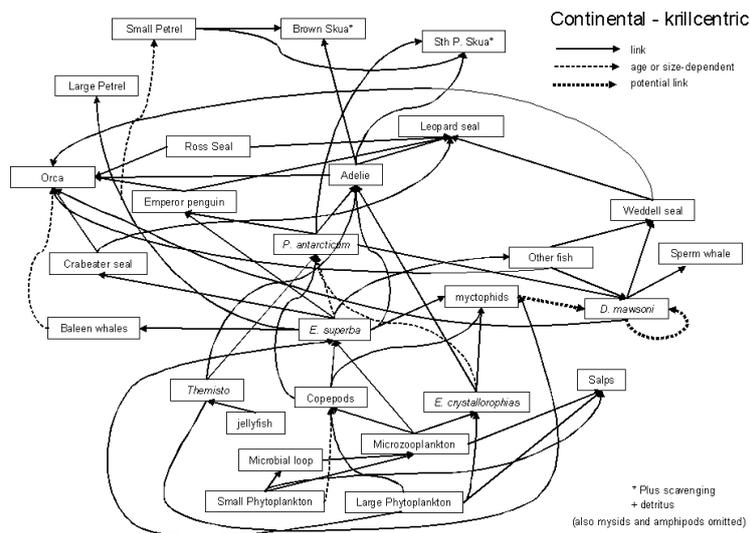


Figura 30: Representación esquemática de la trama alimentaria centrada en el kril en el continente antártico. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

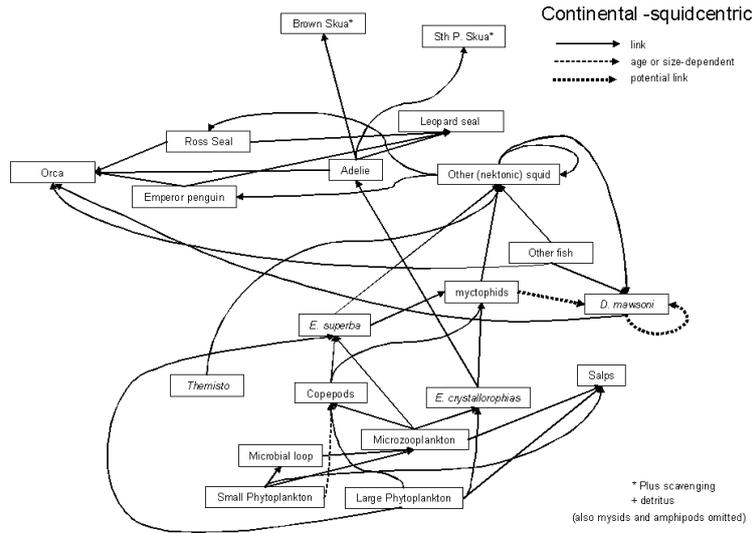


Figura 31: Representación esquemática de la trama alimentaria centrada en el calamar en el continente antártico. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

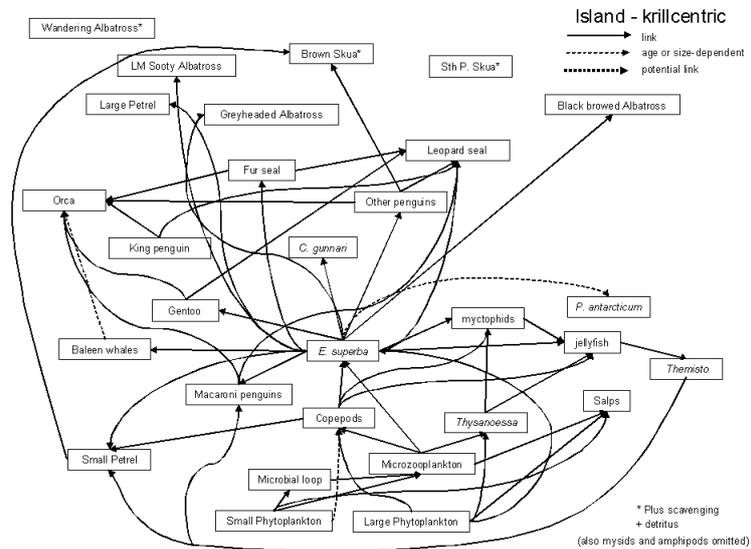


Figura 32: Representación esquemática de la trama alimentaria centrada en el kril en las islas subantárticas. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

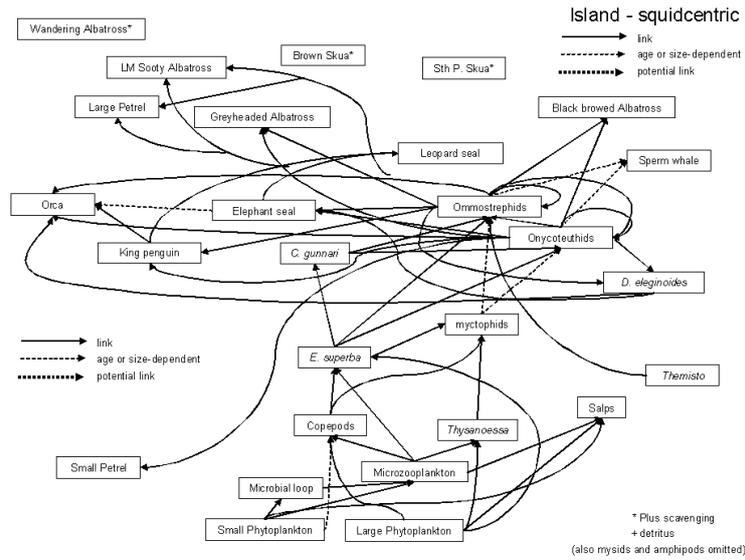


Figura 33: Representación esquemática de la trama alimentaria centrada en el calamar en las islas subantárticas. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

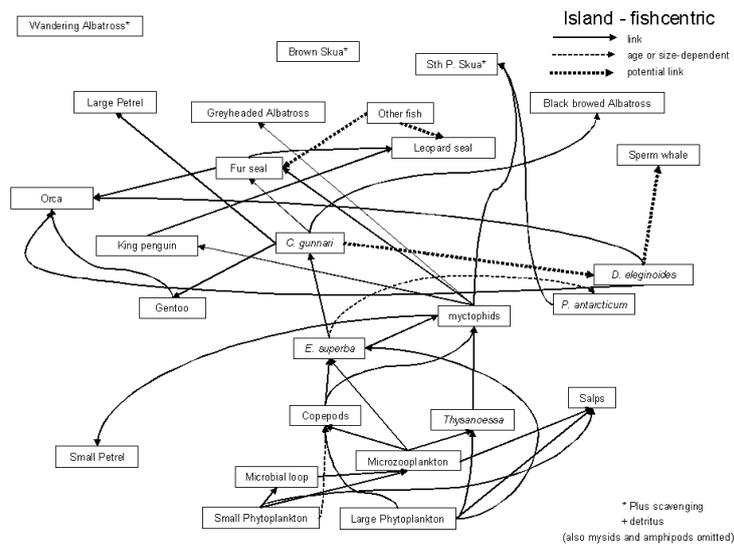


Figura 34: Representación esquemática de la trama alimentaria centrada en los peces alrededor de las islas subantárticas. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

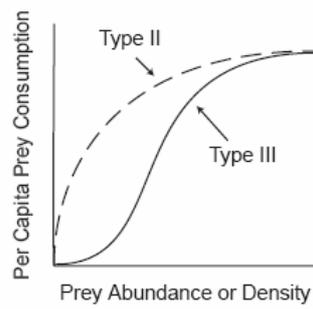


Figura 35: Respuestas funcionales que podrían utilizarse para describir la búsqueda de alimento por parte de los depredadores en los ecosistemas antárticos. (El contenido no debe ser citado excepto en el ámbito de la CCRVMA: solamente se muestran las características principales consideradas por el taller, y por ende, podrían estar incompletas).

**AGENDA**

Taller sobre Modelos Plausibles de Ecosistemas  
para Probar los Enfoques de Ordenación de Kril  
(Siena, Italia, 12 al 16 de Julio de 2004)

1. Inauguración del taller
  - 1.1 Propósito del taller
  - 1.2 Relatores
2. Informe del Comité Directivo sobre las actividades intersesionales
  - 2.1 Expertos invitados
  - 2.2 Revisión de la literatura sobre modelos de ecosistemas
  - 2.3 Catálogo de los programas informáticos disponibles
  - 2.4 Datos existentes y estimaciones de los parámetros
  - 2.5 Objetivos y especificaciones de los modelos de ecosistemas en lo que se refiere al desarrollo de procedimientos de ordenación de kril
3. Características convenientes de los modelos de ecosistemas
  - 3.1 Características de los modelos que figuran en la literatura
  - 3.2 Características generales de los modelos para evaluar procedimientos de ordenación
4. Representación conceptual de los componentes clave
  - 4.1 Enfoque general
    - 4.1.1 Escalas biológicas
    - 4.1.2 Características importantes que deben considerarse
    - 4.1.3 Identificación de los requisitos para las observaciones de campo
    - 4.1.4 Efectos directos e indirectos de las pesquerías
  - 4.2 Medio ambiente físico
  - 4.3 Producción primaria
  - 4.4 Herbívoros pelágicos y carnívoros invertebrados
  - 4.5 Especies explotadas
  - 4.6 Especies meso pelágicas
  - 4.7 Especies que se alimentan en torno a un lugar central del sistema
  - 4.8 Especies de amplia distribución y especies migratorias
  - 4.9 Pesquerías
5. Representaciones plausibles de ecosistemas marinos antárticos
6. Formulación y especificación de modelos
  - 6.1 Representación de las interacciones entre especies
  - 6.2 Representación del espacio
  - 6.3 Representación del tiempo
  - 6.4 Procesos periféricos y condiciones limítrofes

7. Labor futura
  - 7.1 Herramientas disponibles
  - 7.2 Desarrollo de programas informáticos
  - 7.3 Programas necesarios
  - 7.4 Coordinación
8. Aprobación del informe
9. Clausura del taller.

**LISTA DE PARTICIPANTES**

Taller sobre Modelos Plausibles del Ecosistema  
para Probar los Enfoques de Ordenación del Kril  
(Siena, Italy, 12 to 16 July 2004)

AZZALI, Massimo (Dr)	CNR-ISMAR Largo Fiera della Pesca, 2 60100 Ancona Italy m.azzali@ismar.cnr.it
CONSTABLE, Andrew (Dr)	Australian Antarctic Division Department of Environment and Heritage Channel Highway Kingston Tasmania 7050 Australia andrew.constable@aad.gov.au
CORSOLINI, Simonetta (Dr)	Dipartimento di Scienze Ambientali Università di Siena Via P.A. Mattioli, 4 53100 Siena Italy corsolini@unisi.it
CROXALL, John (Prof.)	British Antarctic Survey Natural Environment Research Council High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom j.croxall@bas.ac.uk
DAVIES, Campbell (Dr)	Australian Antarctic Division Department of Environment and Heritage Channel Highway Kingston Tasmania 7050 Australia campbell.davies@aad.gov.au

FANTA, Edith (Dr)  
Departamento Biologia Celular  
Universidade Federal do Paraná  
Caixa Postal 19031  
81531-970 Curitiba, PR  
Brazil  
e.fanta@terra.com.br

FOCARDI, Silvano (Prof.)  
(organizador de la reunión)  
Universita degli Studi di Siena  
Dipartimento di Scienze Ambientali 'G. Sarfatti'  
Via Mattioli 4  
53100 Siena  
Italy  
focardi@unisi.it

FULTON, Beth (Dr)  
(Experta invitada)  
CSIRO Marine Laboratories  
CSIRO Division of Marine Research  
GPO Box 1538  
Hobart Tasmania 7001  
beth.fulton@csiro.au

GASYUKOV, Pavel (Dr)  
AtlantNIRO  
5 Dmitry Donskoy Str.  
Kaliningrad 236000  
Russia  
pg@atlant.baltnet.ru

GOEBEL, Michael (Dr)  
US AMLR Program  
Southwest Fisheries Science Center  
8604 La Jolla Shores Drive  
La Jolla, CA 92037  
USA  
mike.goebel@noaa.gov

HANCHET, Stuart (Dr)  
National Institute of Water  
and Atmospheric Research (NIWA)  
PO Box 893  
Nelson  
New Zealand  
s.hanchet@niwa.co.nz

HEWITT, Roger (Dr)  
US AMLR Program  
Southwest Fisheries Science Center  
8604 La Jolla Shores Drive  
La Jolla, CA 92037  
USA  
roger.hewitt@noaa.gov

HILL, Simeon (Dr) British Antarctic Survey  
Natural Environment Research Council  
High Cross, Madingley Road  
Cambridge CB3 0ET  
United Kingdom  
sih@bas.ac.uk

HOLT, Rennie (Dr) Chair, Scientific Committee  
US AMLR Program  
Southwest Fisheries Science Center  
8604 La Jolla Shores Drive  
La Jolla, CA 92037  
USA  
rennie.holt@noaa.gov

KASATKINA, Svetlana (Dr) AtlantNIRO  
5 Dmitry Donskoy Str.  
Kaliningrad 236000  
Russia  
ks@atlant.baltnet.ru

KAWAGUCHI, So (Dr) Australian Antarctic Division  
Department of Environment and Heritage  
Channel Highway  
Kingston Tasmania 7050  
Australia  
so.kawaguchi@aad.gov.au

KIRKWOOD, Geoff (Dr) Renewable Resources Assessment Group  
Imperial College  
RSM Building  
Prince Consort Road  
London SW7 2BP  
United Kingdom  
g.kirkwood@ic.ac.uk

KLEMENTYEV, Stanislav (Capt.) Interrybflot Ltd  
Sebastopol  
Crimea  
Ukraine  
krill2003@yandex.ru

KNUTSEN, Tor (Dr) Institute of Marine Research  
PO Box 1870 Nordnes  
N-5817 Bergen  
Norway  
tor.knutzen@imr.no

LÓPEZ ABELLÁN, Luis (Mr) Instituto Español de Oceanografía  
Ctra. de San Andrés nº 45  
Santa Cruz de Tenerife  
Islas Canarias  
España  
luis.lopez@ca.ieo.es

MAPSTONE, Bruce (Prof.) Antarctic Climate and Ecosystems Cooperative  
Research Centre (ACE CRC)  
Private Bag 80  
Hobart Tasmania 7001  
Australia  
bruce.mapstone@acecrc.org.au

NAGANOBU, Mikio (Dr) National Research Institute of Far Seas Fisheries  
5-7-1, Shimizu Orido  
Shizuoka 424-8633  
Japan  
naganobu@affrc.go.jp

OLMASTRONI, Silvia (Dr) Dipartimento di Scienze Ambientali  
Università di Siena  
Via P.A. Mattioli, 4  
53100 Siena  
Italy  
olmastroni@unisi.it

PENHALE, Polly (Dr) National Science Foundation  
Office of Polar Programs  
4201 Wilson Blvd  
Arlington, VA 22230  
USA  
ppenhale@nsf.gov

REID, Keith (Dr) British Antarctic Survey  
Natural Environment Research Council  
High Cross, Madingley Road  
Cambridge CB3 0ET  
United Kingdom  
k.reid@bas.ac.uk

SHIN, Hyoung-Chul (Dr) Korea Polar Research Institute  
KORDI  
Ansan PO Box 29  
Seoul 425 600  
Korea  
hcshin@kordi.re.kr

SHUST, Konstantin (Dr)	VNIRO 17a V. Krasnoselskaya Moscow 107140 Russia kshust@vniro.ru
SIEGEL, Volker (Dr)	Bundesforschungsanstalt für Fischerei Institut für Seefischerei Palmaille 9 D-22767 Hamburg Germany volker.siegel@ish.bfa-fisch.de
SUSHIN, Vyacheslav (Dr)	AtlantNIRO 5 Dmitry Donskoy Str. Kaliningrad 236000 Russia sushin@atlant.baltnet.ru
TAKI, Kenji (Dr)	National Research Institute of Far Seas Fisheries 5-7-1, Shimizu Orido Shizuoka 424-8633 Japan takisan@affrc.go.jp
TRATHAN, Philip (Dr)	British Antarctic Survey Natural Environment Research Council High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom p.trathan@bas.ac.uk
TRIVELPIECE, Sue (Ms)	US AMLR Program Antarctic Ecosystem Research Division PO Box 1486 19878 Hwy 78 Ramona, CA 92065 USA sueskua@yahoo.com
TRIVELPIECE, Wayne (Dr)	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center 8604 La Jolla Shores Drive La Jolla, CA 92037 USA wayne.trivelpiece@noaa.gov

WATTERS, George (Dr)

Southwest Fisheries Science Center  
Pacific Fisheries Environmental Laboratory  
1352 Lighthouse Avenue  
Pacific Grove, CA 93950-2097  
USA  
george.watters@noaa.gov

Secretaría:

Denzil MILLER (Secretario Ejecutivo)  
Eugene SABOURENKOV (Funcionario científico)  
David RAMM (Administrador de datos)  
Genevieve TANNER (Comunicaciones)  
Doro FORCK (Publicaciones y Sitio web)

CCAMLR  
PO Box 213  
North Hobart 7002  
Tasmania Australia  
ccamlr@ccamlr.org