

**UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
DIPLOMADO EN ASUNTOS ANTÁRTICOS**



**EL KRILL (*Euphausia superba*) Y SU ROL FUNDAMENTAL EN LA
DINÁMICA DEL ECOSISTEMA ANTÁRTICO**



**JUAN CARLOS SOTO SALDIVIA
Diciembre 2017**

INDICE (TABLA DE CONTENIDOS)

Resumen	3
Introducción	4
¿Qué Es Un Ecosistema?	6
El Ecosistema Antártico	7
Biología Del Krill	8
El Krill Antártico Y Su Influencia En El Ecosistema	12
Especies Del Ecosistema Dependientes Del Krill	13
-Aves Marinas	13
-Focas	14
-Ballenas	15
-Peces	15
-Calamares	15
Reducción De La Capa De Hielo: Un Refugio Natural	16
Reseña Histórica De La Pesquería Del Krill	18
Vigilancia, Control Y Seguimiento	19
Anexos	22
Conclusiones	24
Bibliografía	27

RESUMEN

El krill antártico (*Euphausia superba*), es un crustáceo de no más de 7 cm de largo y dos gramos de peso. Aun así, es considerado por muchos investigadores como principal sostenedor del ecosistema antártico y un pilar fundamental en la cadena trófica

La presente monografía tiene como objetivo recopilar información que tenga relación con la situación actual de *E. superba*. Para ello se analizarán distintos aspectos de interés que, a juicio del autor, pudieran ser relevantes a la hora de la discusión. Aspectos como: conocer su biología, su influencia en el ecosistema, las repercusiones del calentamiento global, la sobrepoblación humana y la pesca excesiva son claves frente a su sobrevivencia. De igual manera, conocer factores relacionados con la vigilancia y sistemas de control para la protección de este recurso. La metodología de este trabajo, se basó en una exhaustiva revisión bibliográfica, principalmente a través de diferentes fuentes de informaciones secundarias como artículos publicados en revistas científicas y esencialmente de acceso gratuito disponibles para su consulta en internet. La fuente de información, se registró bajo norma APA.

-Dados los antecedentes abordados en esta monografía, se puede decir que los ecosistemas en el océano antártico son dinámicos, y gracias a la existencia de este crustáceo, la cadena alimentaria se encuentra en equilibrio.

Respecto a variables que repercuten en su abundancia, el cambio climático y la pesca excesiva son los principales inconvenientes al momento del análisis.

Finalmente, comprender que el krill NO es un recurso inagotable, pero que perfectamente puede ser una fuente de alimento para la creciente población. Sin embargo se deben tomar las medidas necesarias para impedir un desbalance en el ecosistema, porque si este recurso se agota, que no quepa duda que no será el único que dejará de existir.

Palabras Claves: Krill, alimento, aspectos biológicos, ecosistema, cadena trófica, cambio climático, pesquería.

INTRODUCCIÓN

Las tierras antárticas, como se ha dicho antes, es considerada el continente más frío, ventoso y seco del mundo (Calvo, 1993, Prieto, 2004).

El continente blanco tiene una forma casi circular, de la que sobresale la península antártica en dirección de sur a norte. Tiene un extenso diámetro de costa de alrededor de 28.000 km y una superficie aproximada de 14 millones de km², de esta menos del 2 % se encuentra libre hielo (Retamales, 2006). Estas características la hace un lugar único en el mundo y la biodiversidad reinante es tan especial como desigual. El Plancton, producto primario de la cadena trófica, está formado por miles organismos vegetales y animales (Fitoplancton y zooplancton) que navegan por las aguas antárticas en grandes cantidades, alimentan a miles de organismos que por la abundancia de su población y por su enorme distribución, juegan un rol determinante en la bioreproducción. La mayor abundancia de estos organismos se ha registrado al oeste de la Península Antártica, al sudoeste del mar de Weddell, y en el mar de Bellingshausen (Villemur, 2004).

Curiosamente, es en este sector donde se concentra la mayor biomasa de Krill, pequeño crustáceo que pertenece al grupo de los Euphausidos y se alimenta principalmente de fitoplancton. El krill es para muchos el eslabón fundamental de la cadena alimentaria marina antártica. Lo preocupante de esta situación es que, según estudios realizado por el British Antarctic Survey (BAS), publicado en Nature y citado por (Acosta, 2014), el krill ha disminuido en un 80% desde 1970. Además, las consecuencias del cambio climático, que trae consigo altas temperaturas y por consiguiente el derretimiento del hielo; protector natural de estos organismos, podrían afectar el desarrollo de gran parte de la fauna antártica.

Otro inconveniente que se podría dar a futuro es la pesca incontrolada del Krill debido al aumento de la población humana y la necesidad de conseguir alimento. En este sentido el krill posee de la mayor biomasa del planeta (Maccauley, *et al.*

1984) y contiene las enzimas proteolíticas¹ más potente que se conocen (Anheller, *et al.* 1989). Según (Croxall & Nicol, 2004), desde finales de la década de 1970, la pesca del krill antártico se ha venido desarrollando como la más importante en el océano Austral y con perspectivas de convertirse en la mayor pesquería a nivel global (Nicol & Endo, 1997). De acuerdo a lo que señala (Constable, & Nicol, 2002) actualmente las capturas de éste recurso están por debajo de los límites, pero existe un riesgo de sobrepesca localizada que podría causar un impacto en las especies dependientes del krill para alimentarse, sobre todo en época de crías. En cuanto a la metodología utilizada para este trabajo, fue necesario recurrir a una exhaustiva revisión bibliográfica para obtener los antecedentes relevantes sobre este recurso, principalmente a través de diferentes fuentes de informaciones secundarias como artículos publicados en revistas científicas y esencialmente de acceso gratuito disponibles para su consulta en internet. En el mismo sitio se pudo obtener imágenes disponibles tanto en artículos como en internet.

El siguiente trabajo tiene como objetivo dar a conocer la importancia del krill antártico (*Euphausia Superba*) y su estrecha relación con el ecosistema marino del continente blanco, destacando en él el rol fundamental que cumple en la dinámica de la cadena trófica. Sin embargo, y a juicio del autor, se hace necesario analizar la situación actual de este recurso debido al aumento de la población humana y la necesidad de conseguir alimento. *E. superba*, poseen una importante fuente de infinitas propiedades que la hacen un recurso extremadamente importante para la pesquería mundial. En este sentido es determinante conocer su biología y su ciclo vital para entender la pregunta más importante de este trabajo: **¿Como un organismo tan pequeño, puede ser capaz de sostener a casi todos los animales de este continente?...** Es algo simplemente fascinante.

Finalmente, conocer y comprender quienes y como operan los mecanismos de control frente a una posible sobreexplotación.

Las **enzimas proteolíticas** (pepsina, bromelina y papaína) ayudan a digerir las proteínas, descomponiéndolas en aminoácidos, facilitando la digestión e inhibiendo el crecimiento de células cancerígenas. <http://oncocomplementos.blogspot.cl/2012/10/enzimas-proteoliticas.html>

¿QUÉ ES UN ECOSISTEMA?

El agua sigue siendo y será una de las sustancias más nobles que existen en la naturaleza. Puede presentarse en los 3 estados de la materia (líquido, sólido, gas) y mantenerse durante largo tiempo (años) conservando su calidad, si no es afectada por contaminación. El volumen total de agua en nuestro planeta no ha variado en los últimos 30 a 40 mil años, pero si ha sufrido un deterioro notorio en su calidad debido al crecimiento de la población y de las actividades asociadas (Auge, 2007).

El agua es un recurso vital para el desarrollo de todo el planeta. De su disponibilidad dependen, no sólo el ser humano sino animales, plantas y todos los organismos que se denominan "vivo". De acuerdo a su distribución, el agua cubre $\frac{3}{4}$ partes de la superficie de la tierra, unos 1400 millones de kilómetros cúbicos (Pnuma, 2007). De la cual, sólo el 2.5% corresponde a agua dulce (Nace, 1971)

Un Ecosistema es el conjunto formado por los seres vivos y los elementos no vivos del ambiente y la relación vital que se establece entre ellos. Un ecosistema puede ser muy grande y contener millones de especies de seres vivos diferentes, o muy pequeño y estar compuesto solo por unas pocas especies en interacción. De esta manera, un charco de agua que se ha formado luego de una fuerte lluvia es un pequeño ecosistema y puede contener tres o cuatro especies de organismos microscópicos. Por otro lado, un bosque de miles de kilómetros de extensión, que contiene millones de especies distintas de organismos, también es un ecosistema. Según la descripción de (Tansley, 1935), Ecosistema es la entidad que involucra las interrelaciones entre componentes bióticos y abióticos en la naturaleza y necesariamente confluyen y se complementan una serie de elementos. De acuerdo a las características necesarias para describir los ecosistemas marinos, se hace imprescindible considerar al menos cuatro elementos principales: la topografía, el clima, la oceanografía y la flora y fauna. Autores como: (Satelices, 1991, Castilla *et al* 1993 y Figueroa, 2002) entregan un resumen de las características topográficas

cas, geológicas y climáticas de cada sector en particular. Desde el punto de vista oceanográfico y biológico, son cuatro los ecosistemas marinos descritos:

1) Ecosistema del Giro Central del Pacífico Sur, 2) Ecosistema de Margen Oriental del Pacífico Sudeste, 3) Ecosistema Subantártico, 4) Ecosistema Antártico. (Bernal & Ahumada, 1985, Ahumada *et al* (2000).

EL ECOSISTEMA ANTÁRTICO

El ecosistema antártico se encuentra entre la masa de agua continental en el sur y la convergencia antártica en el norte y es un sistema muy antiguo. Dicha antigüedad se refleja en la abundancia y alta diversidad de su fauna de fondo y en peces extremadamente adaptados a aguas muy frías y ricas en oxígeno que habitan su columna media de agua (Fariña *et al* 2008). Las temperaturas se encuentran todo el año en menos cero grados, con rango que van desde una máxima anual de -3.3°C, y la mínima de -6°C. Cuenta con el porcentaje de precipitaciones más bajo de todo el mundo y las velocidades del viento superan los 320 km/hora.

El clima reinante en este lugar nos presenta dos ambientes (ecosistemas) muy distintos entre sí. Por un lado, tenemos el ecosistema terrestre antártico carece de los grandes mamíferos que viven en el Ártico; tampoco existen árboles, arbustos, ni pastos. Permite la supervivencia de pocas comunidades vegetales y por otro, el ecosistema marino que concentra una alta biodiversidad vegetal y animal. La vida animal en la Antártica es primordialmente marina y pasan la mayor parte de su tiempo en el agua a excepción de la época de cría. Las focas, lobos, pingüinos y otras aves, engalanan estas gélidas tierras y regalan el más hermoso de los espectáculos al observador. Las investigaciones de los últimos cien años, indican que estas aguas poseen importantes propiedades que podrían sustentar grandes recursos pesqueros. Especies como peces, crustáceos, calamares y otros están siendo sostenidas por abundantes campos de Krill, considerados por muchos expertos pesqueros como la mayor reserva de proteínas de animal en el mundo.

BIOLOGÍA DEL KRILL

Los eufausiáceos o eufáusidos, son pequeños crustáceos malacostraceos que circundan las aguas antárticas y constituyen gran parte de la población de los océanos, son de gran relevancia para un gran número de animales marinos y también de gran importancia para el consumo directo por el hombre (Pequegnat, 1958). Su tamaño no supera los 7 cm de longitud y dos gramos de peso. Tiene una longevidad de hasta seis a siete años y forman enormes cardúmenes de gran densidad (30.000 ejemplares por m³) (Hamner *et al* 1983). Los registros de (Labarta y Fuertes 1975), y (Everson 2000a) indican que existen varias especies de krill, siendo la más importante *Euphasia superba*. Otras especies de este recurso son: *Euphasia frígida*, *E. crystallorophias*, *E. triacantha*, *Thysanoessa vicina* y *Thysanoessa macrura*. Se ha descubierto que el krill antártico es capaz de resistir largos períodos (hasta 200 días) sin alimentarse. Lo consiguen encogiéndose y consumiendo el material orgánico de su propio cuerpo reproductivo para satisfacer sus necesidades metabólicas (Nicol, 2004). Este hallazgo ha llevado a asumir que la reducción de su tasa metabólica también puede permitir al krill sobrevivir durante el invierno sin alimentarse (Quetin y Ross, 1991). Durante los meses fríos y oscuros, el krill disminuye su tamaño y pierde su capacidad, proceso llamado “regresión” y que recupera en primavera con las horas de luz, el calor y su capacidad alimenticia (Nicol, 2004 *Op cit*).

En cuanto a su reproducción, el informe de (Gascón y Werner, 2005) afirma que probablemente, las condiciones favorables del hielo marino permiten una reproducción precoz que conlleva al éxito del desove en el verano, Se piensa que esto se deba a la disponibilidad de algas del hielo como recurso alimenticio para las larvas y los ejemplares juveniles de krill durante finales del invierno y principios de la primavera.

El ciclo reproductivo de *E. superba* alcanza la madurez sexual a los dos años (las hembras) y a los tres años (los machos), respectivamente (Siegel, 2000).

El desove (que se produce de Diciembre a Marzo) es el final de una etapa que inicia con la fertilización. Esta ocurre cuando el macho cruza sus patas en un estrecho abrazo para transferir los diminutos espermatozoides llamados espermatóforos, a los órganos reproductivos de la hembra, las cuales almacena en una cámara o bolsa hasta que deposite sus huevos.

La Eclosión de los huevos se manifiesta a los 120 días, se produce al momento en que los huevos salen de la hembra y se hunden hasta por encima de la plataforma continental generando un desarrollo larval. El número de huevo por cada eclosión se estima entre 500 y 8000 unidades. Luego las larvas de krill viven de sus reservas de vitelo² hasta que alcancen el nivel de agua que contiene el fitoplancton. En esta etapa, la larva de krill, “nauplio³”, solo usan sus antenas para nadar y comer parte del fitoplancton que se encuentra a su alcance. Su desarrollo larval está compuesto por varios estadios. Como se ha mencionado, la primera etapa o estadio comienza con la larva nauplio, le siguen metanauplio, calyptosis, y furcilia (Guglielmo, 2006). En cada una de ella se produce una muda desarrollando un exoesqueleto⁴ progresivamente más grande, que aumenta el tamaño de la larva. Las larvas de estos ejemplares forman parte del zooplancton y sufren varias transformaciones antes de convertirse en adultos

² Vitelo es un término biológico que hace referencia a las sustancias de reservas que poseen los óvulos o huevos de los animales, que proporcionan al embrión, nutrientes para su desarrollo.
<http://etimologias.dechile.net/?vitelo>

³ La larva nauplio se caracteriza por contar con tres pares de apéndices (antenas, anténulas y mandíbulas) y un ojo mediano (ojo nauplio). Es de vida planctónica que se nutren de los restos de vitelo para luego transformarse y alimentarse activamente de fitoplancton mediante un sistema de filtración.
https://books.google.cl/books?id=isqKkb_ujccC&pg=PA162&lpg=PA162&dq=larva+nauplio&source=bl&ots=hmtn8v0-br&sig=2qElaCjt0VOI_mlWP4FCKL6V5_A&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjgqM2425vYAhUBWpAKHaz4CQwQ6AEITAK#v=onepage&q=larva%20nauplio&f=false

⁴ El exoesqueleto es una estructura rígida que protege y moldea dando forma al cuerpo de algunos animales, revistiendo además sus patas y apéndices como las antenas. Los animales con exoesqueleto suelen tener fases de crecimiento, donde deben cambiar o mudar su exterior por uno nuevo de mayor tamaño.
<https://www.definicionabc.com/salud/exoesqueleto.php>

Los organismos pertenecientes al género de los Eupahausidos, tienen el cuerpo dividido en cinco segmentos cefálicos, ocho torácicos y seis abdominales (Einarsson, 1945). Las dos primeras regiones del cuerpo están fusionadas formando un cefalotórax, cubierto por un caparazón fusionado a todo el tórax y que se extiende lateralmente por los lados del cuerpo, pero sin llegar a cubrir las branquias. Así, el cuerpo está formado por dos partes principales, el cefalotórax y el abdomen (Mauchline, 1980). El cefalotórax incluye el caparazón dorsal y lateral. Características del caparazón útiles para la identificación son la longitud y forma del rostrum o placa frontal (que se sitúa entre los ojos), así como el número de espinas laterales y post-oculares. Algunas especies pueden presentar una carena media dorsal, acompañada de un surco cervical. Otros caracteres diagnósticos son los dos pares de antenas y los ojos en la parte anterior, y las piezas bucales y las patas torácicas en la parte ventral (Mauchline & Fisher, 1969). El abdomen incluye seis segmentos articulados con pleópodos ventrales, y un telson con urópodos en el extremo posterior (figura N°1). Los eupháusidos no tienen estatocistos. El par de antenas en posición superior, las anténulas (o primeras antenas), consisten en un pedúnculo antenular de tres segmentos y un par de flagelos antenulares formados por múltiples segmentos. El margen antero-dorsal del primer segmento está a menudo ensanchado para formar una placa que se solapa con la base del segundo segmento. Esta placa se conoce como el lappet antenular, y su forma y tamaño son caracteres diagnósticos de gran utilidad, particularmente para las especies de *Euphausia* (Brinton *et al.*, 2000).

En relación a las migraciones verticales, éste se caracteriza por desplazarse hacia las profundidades durante el día y suben en la noche hacia la superficie (Cárdenas *et al.*, 2004). Según (Jaffe *et al.*, 1999) a menudo se desplaza a más de 200 metros de profundidad, aparentemanete para y conservar energía. La migración vertical puede producirse 2 a 3 veces al día. Algunas especies como, *Euphausia superba*, *E. pacifica*, *E. hanseni*, *Pseudeuphausia latifrons* y *Thysanoessa spinifera*, forman cardúmenes de superficie durante el día con fines alimenticios y reproductivos,

aunque este comportamiento los hace extremadamente vulnerables a los depredadores (Howard, 2001).

E. superba se alimenta primordialmente de fitoplancton aprovechando la energía que éste toma de la luz solar, transformándose en un eslabón esencial de la cadena trófica del ecosistema antártico (Kils & Klages, 1979) y a la vez, sostenedor alimenticio de casi toda la fauna del sector, entre ellos peces, pingüinos, petreles lobos, ballenas etc. (Gallotii, 2014). Además, su diversidad alimenticia la compone una alta gama de organismos incluyendo sus propias escamas e incluso sus propias heces. Así mismo, el canibalismo es parte de su naturaleza y los huevos, larvas y adultos por igual, son comunes en su dieta.

Algunos investigadores como (Brierley *et al*, 2002), afirman que la mayor cantidad de krill se encuentra sobre hielo derretido bajo las masas de hielo de la superficie del borde continental antártico, extendiéndose aproximadamente hasta los a 13 km. de distancia desde el borde, y a una profundidad entre 25 y 75 m. aproximadamente.

La biomasa del krill puede llegar hasta los 500 millones de toneladas (Hooker *et al*, 1999) sobrepasando la biomasa de cualquier animal multicelular en el planeta (Nicol, 2004 *Opcit*). En su totalidad, el ser humano no alcanza las 450 millones de toneladas (Nicol, 1997). Las mayores concentraciones de estos organismos se encuentran en los mares de Weddell, de Ross, de Amundsen, de Bellingshausen, de Scotia, al norte y al este de las islas Georgia del Sur, al norte de las Orcadas del Sur, de las Shetland del Sur y al oeste de las Sandwich del Sur.(Figura N°2)

Los crustáceos del grupo de los eufáusidos, tienen la característica de concentrarse en gran número formando densas poblaciones (agrupamientos de varios kilómetros de longitud y 100/200 metros de espesor). De acuerdo a esto, existen algunas hipótesis que explican este comportamiento, una de ellas es que se congregan durante la época de reproducción y se cree, También, que es causa de la persecución que sufren por parte de sus predadores (Villemur, 2004 *Opcit*). Otros sostienen que la razón de ser de estas concentraciones puede deberse a que ellas

se forman mientras buscan su alimento, es decir que la alimentación sería el factor que da origen a su concentración (De Groot, 1972).

EL KRILL ANTÁRTICO Y SU INFLUENCIA EN EL ECOSISTEMA.

El krill antártico abunda en las aguas superficiales de los mares del sur, tiene una distribución circumpolar, presentando las mayores densidades en el sector del océano Atlántico. Su concentración está dada principalmente en el mar de Scotia, en la península Antártica. La superficie total de la zona de distribución del krill antártico es aproximadamente de 36 millones de kilómetros cuadrados, lo que representa, por ejemplo, cuatro veces y media la superficie de Australia (Gascón y Werner, 2005 *Opcit*). Un aspecto importante en este sector, es la ubicación de la convergencia antártica donde las aguas frías superficiales se sumergen bajo las aguas subantárticas más cálidas, renovando los parámetros oxígeno, nutrientes y temperatura, lo que contribuye al crecimiento de microalgas y plancton en general. Este frente corre aproximadamente a 55° Sur y desde allí viaja al continente.

El ecosistema marino antártico depende en gran medida del krill antártico como pieza fundamental en su sobrevivencia. Este pequeño “pececillo”, está sometido a una pesca comercial significativa (Emerson, 2000a *Opcit*) y es uno de los componentes principales de la dieta de una gran variedad de bandadas, cardúmenes y manadas antártica que la hacen dependientes casi por completo de este pequeño animal (Alonzo *et al.* 2003) (Figura N°3) Algunas estimaciones sobre la abundancia del krill realizadas en la década de 1960 y basadas en la cantidad de krill liberado por la eliminación de las ballenas barbadas del océano Austral, sugería que sería posible una gigantesca recolección sostenible de krill (Ichii, 2000).

Prospecciones acústicas más recientes han estimado la biomasa circumpolar de krill antártico entre 60 y 155 millones de toneladas (Nicol *et al.* 2000)

Para muchas aves y mamíferos marinos, especialmente en el Atlántico Sur, el krill es la fuente de alimento más abundante. Las zonas de mayor concentración de krill, a menudo están cerca de las colonias de crías de las aves y focas que se alimentan de krill (Croxall, 2003). Estos depredadores dependen de que el krill esté al alcance de sus colonias para alimentar y criar a su descendencia durante el verano antártico.

ESPECIES DEL ECOSISTEMA DEPENDIENTES DEL KRILL.

Los principales depredadores del krill son las ballenas, pingüinos y focas, junto con peces y otras aves, aunque su grado de influencia depende del sector en que vivan. En las islas del Arco de Scotia y en la península Antártica (con amplias líneas de costa) (Canales, 2014 *OpCit*). La interacción depredador- presa son utilizadas dentro del ecosistema marino bajo la premisa que una alta concentración de depredadores, indica una abundancia de presas en la columna de agua (Kairns, 1987). Los depredadores más comunes son:

a) Aves marinas. En general, las aves marinas son importantes consumidores de krill. Las diferencias en la cantidad anual de krill consumida varían entre especies y ubicaciones específicas. De acuerdo a los estudios realizados por Croxall, (1984), especies de pingüinos como: el pingüino de Adelia (*Pygoscelis adeliae*); el pingüino de barbijo (*Pygoscelis antarctica*); el pingüino macaroni o de penacho anaranjado (*Eudyptes chrysolophus*); el pingüino papúa o de pico rojo (*Pygoscelis papua*), dependen en gran medida del krill antártico.

Otras tres especies de albatros que se alimentan de krill, pero con un porcentaje menor a la contribución de su dieta (varía en relación a la especie) son: el albatros de ceja negra (*Diomedea melanophris*); el albatros sombrío o de manto claro

(*Phoebetria palpebrata*); el albatros de cabeza gris (*Diomedea chrysostoma*). (Gascón & Werner, 2005 *Op cit*).

Los petreles, en general, se alimentan ampliamente de krill antártico y al igual que lo anterior, el porcentaje de colaboración a la dieta por parte del krill, va a depender de la especie del ave en cuestión; pero parece ser muy alto en las especies de petreles de pequeño tamaño (Everson, 2000b). Las principales especies de petreles dependientes del krill para alimentarse son: el petrel gigante antártico (*Macronectes giganteus*); el petrel gigante subantártico (*Macronectes halli*); el petrel antártico (*Thalassoica antarctica*); el petrel damero (*Daption capense*); el petrel blanco o de las nieves (*Pagodroma nivea*); el petrel buceador o yunco (*Pelecanoides spp*); el petrel negro (*Procellaria aequinoctialis*).

De menor tamaño, las golondrinas de mar o petreles de Wilson (*Oceanites spp*) y los petreles-paloma (*Pachyptila spp*) se alimentan de una gama más amplia de crustáceos, incluido el krill, aunque en su dieta abundan más los copépodos (Prince & Morgan, 1987).

b) Focas. Todas las especies de focas antárticas, además de los elefantes marinos australes (*Mirounga leonina*), se alimentan en cierta medida de krill (Laws 1984). Estas especies son: la foca cangrejera (*Lobodon carcinophagus*), que ha desarrollado dientes especiales como adaptación para capturar al krill, lo que le permite obtenerlos del agua. La dentadura funciona como un colador perfecto, aunque se desconoce la estrategia exacta utilizada por el predador. La cangrejera es la foca más abundante del mundo, y el 98% de su dieta está constituida por krill antártico. La foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*); ha desarrollado dientes parecidos, y en su dieta el krill implica el 45% de su dieta. la foca de Weddell (*Leptonychotes weddelli*); la foca de Ross (*Ommatophoca rossi*); la foca peletera o lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*).

c) Ballenas. Luego de haber sido sobreexplotadas durante el siglo XX, las poblaciones de ballenas se están recuperando, a distinto ritmo según su propia historia de vida y el efecto que tuvo la caza en sus poblaciones. El caso más dramático fue el de la ballena jorobada que llegó a un 2 % de la abundancia original de la especie. Actualmente, la mayor parte de las especies y poblaciones se han recuperado o están en proceso de recuperación. Un ejemplo de ello es la población de ballenas jorobadas de Australia occidental que presenta una abundancia de 28.000 animales (cifra similar a su tamaño antes de la explotación comercial) y su tasa de crecimiento es de 9.7 % anual (Canales, 2014 *Opcit*). Las principales especies de ballenas que se alimentan esencialmente de krill son: la ballena minke o rorcual aliblanco (*Balaenoptera acutorostrata*); la ballena azul (*Balaenoptera musculus*); el rorcual común (*Balaenoptera physalus*); el rorcual boreal (*Balaenoptera borealis*); la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). (Everson, 2000b *Opcit*)

d) Peces. Se ha demostrado la existencia de varias especies de peces que se alimentan de krill en el océano Austral (**Kock 1992**). Las elevadas concentraciones de algunas especies de peces en determinadas áreas puede tener un impacto local en las poblaciones de krill. A pesar de ello, es improbable que el consumo total de este organismo realizado por los peces del océano Austral tenga un impacto significativo en comparación con el consumo alcanzado por ballenas, focas y aves (Everson, 2000b *Opcit*).

e) Calamares. Se sabe que algunas especies de calamar, también presentes en el océano Austral, se alimentan de krill. Aunque se estima que la cantidad de calamares en el océano Austral podría ser muy grande, no se dispone de datos precisos sobre el tamaño de la población actual de calamares (Everson, 2000b *Opcit*), lo que impide cualquier conclusión respecto al impacto de los calamares sobre los stocks de krill.

REDUCCIÓN DE LA CAPA DE HIELO: UN REFUGIO NATURAL.

A causa de su abundancia y posición en la red trófica, entre el fitoplancton microscópico y los grandes depredadores vertebrados, el krill está considerado una especie clave en la zona de banquisa estacional, así como en partes de las zonas libres de hielo y altas latitudes de la Antártida. En este sentido, las algas del hielo son comunidades que se encuentran bajo la cubierta de hielo y desempeñan una función importante en la producción primaria. Según (Siegel y Loeb, 1995) el krill puede rasgar el verde césped de las algas del hielo debajo de la banquisa (Figura N°4). El recurso de las algas del hielo durante esta época del año podría ser esencial para que los ejemplares adultos de krill obtengan energía suficiente para un inicio precoz del proceso de reproducción, lo que favorecería la supervivencia de las larvas (www.ccamlr.org).

Lamentablemente, existen sospechas fundadas de que la biomasa del krill antártico ha disminuido rápidamente en el transcurso de las últimas décadas. Algunos científicos han especulado que tal disminución podría haber alcanzado hasta el 80%. La causa sería la reducción de la placa de hielo debido al calentamiento global (Gross, 2005). El krill antártico, especialmente en sus primeras etapas de desarrollo, parece necesitar la placa de hielo como mejor opción de supervivencia. Este bloque provee escondites naturales que los ejemplares usan para evadir a sus predadores. En los años en que la placa disminuye de forma notoria, tiende dejar su nicho ecológico a las salpas, un pequeño predador de plancton que en otras circunstancias no constituye un competidor biológico (Atkinson *et al.*, 2004).

Un estudio reciente llevado a cabo en el Atlántico sudoccidental –que contiene más del 50 % de los stocks de krill del océano Austral– ha descubierto un descenso significativo en la densidad de krill en esta zona desde la década de 1970. Los resultados del estudio demuestran que las densidades de krill en verano se relacionan con la duración y extensión del hielo marino durante el invierno precedente. Se ha descubierto que la presencia de insuficiencia de hielo en la península antártica

y el sur del Arco de Scotia, que son las principales zonas de desove y guardería, afecta a la densidad del krill en toda una cuenca oceánica, incluidas áreas al norte de la zona de hielo estacional (Atkinson *et al*, 2004 *Opcit*). Por otra parte, los aumentos de los niveles de radiación ultravioleta, afectan a la dinámica de la población de krill y podría tener consecuencias catastróficas en términos ecológicos (Bravo, 2013).

La península antártica occidental es una de las áreas del mundo sometida a un mayor calentamiento y la duración del hielo marino invernal se está acortando en esta zona. Consecuentemente, un hallazgo significativo es que zonas clave de desove y guardería del krill están situadas en una región particularmente sensible al cambio ambiental. Se cree que los cambios en la densidad del krill, que afectan a una amplia extensión del océano Austral, tienen profundas implicaciones para la red trófica del océano Austral y el equilibrio de los depredadores (Atkinson *et al*, 2004 *Opcit*).

Finalmente, se deben considerar cuidadosamente los impactos acumulativos de cambio climático y extracción de recursos a la hora de desarrollar modelos de ordenación para el krill y defender el mantenimiento de un enfoque firme en las decisiones precautorias en vista del grado de incertidumbre implicado.

RESEÑA HISTÓRICA DE LA PESQUERÍA DEL KRILL

El interés por la pesca de krill comenzó en la década de 1960, cuando se proyectaron unas capturas totales de 150 millones de toneladas, que representaban el denominado “superávit de krill” causado por la reducción de los stocks de ballenas barbadas (Ichii, 2000 *Opcit*). Otro importante factor en el desarrollo de la pesquería de krill fue la declaración de las zonas económicas exclusivas (ZEE) a finales de la década de 1970, con el resultado de que los países que pescaban en aguas ajenas se dirigieron a aguas internacionales en busca de nuevos caladeros (Nicol y Endo, 1999). Desde entonces, la pesca de krill ha sido la mayor pesquería en el océano Austral y tiene perspectivas de convertirse en la mayor pesquería a escala global (Nicol y Endo, 1997 *Opcit*; Croxall & Nicol, 2004). En esta misma época, el desarrollo de la pesca comercial de krill fue favorecido mediante fuertes subsidios pesqueros por la Unión Soviética, que se convirtió en el principal país pesquero de krill en esa década. Las mayores capturas de krill tuvieron lugar a principios de la década de 1980, alcanzando más de medio millón de toneladas. Los problemas en el procesamiento del krill y el creciente interés en las especies de peces ocasionaron un descenso considerable en las capturas de krill en las temporadas de 1982/83 y 1983/84. De 1986 a 1991, las capturas anuales se estabilizaron en torno a las 350.000 - 400.000 toneladas. En las temporadas siguientes, las capturas volvieron a bajar debido a la descomposición de la Unión Soviética, lo que forzó el cese de operaciones de esta flota (Ichii, 2000 *Opcit*).

El océano Austral contiene los mayores stocks de krill en el mundo. Este factor, junto con la tendencia del krill antártico a agruparse en grandes concentraciones representadas por los bancos o cardúmenes, hace que la pesquería de krill antártico sea especialmente atractiva. Normalmente, los barcos tienen como objetivo las concentraciones de krill ubicadas en áreas limitadas. Los buenos caladeros se suelen encontrar en áreas de plataformas y taludes continentales e insulares libres de hielo.

Prácticamente la totalidad de la pesca de krill antártico parece producirse dentro del área de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCAMLR), donde se han identificado tres regiones geográficas principales de recolección del krill: en aguas del territorio de Kemp, de la Tierra de Wilkes y del Atlántico sudoccidental (Ichii, 2000 *Opcit*). La pesquería se ha concentrado recientemente en el sector atlántico del océano Austral, donde se encuentran las concentraciones más predecibles de krill (Miller & Agnew, 2000).

Los nuevos desarrollos en la acuicultura y las mejoras en las técnicas de captura y procesamiento están potenciando un renovado interés de la industria pesquera por la explotación de grandes cantidades de krill en el océano Austral. Ahora, el desafío para la CCAMLR es establecer límites de captura precautorios en todo el océano Austral, que permitan evitar el riesgo de impactos relacionados con la pesca sobre las especies marinas antárticas antes de que se expanda la pesquería.

VIGILANCIA, CONTROL Y SEGUIMIENTO.

Aunque se reconoce la importancia del krill como un recurso clave en el océano Austral, la pesca de krill antártico todavía constituye una excepción con respecto a la mayoría de los requisitos de regulación básicos aplicables a otras pesquerías del océano Austral. Esto se aplica a varios aspectos de la pesquería, como los requisitos de información, la notificación de planes de pesca y las medidas de seguimiento y vigilancia. Antes del 2002, la pesca de krill era la única pesquería de la CCAMLR que no requería la presentación obligatoria de datos detallados sobre capturas y esfuerzo. En el 2002, la CCAMLR adoptó las reglas que establecieron un sistema de recopilación de datos por el que se deben comunicar las capturas de krill mensualmente a la Comisión (CCAMLR, 2002). A pesar de estos nuevos requisitos de información, aún es necesaria información más detallada sobre la pesca del krill. Los órganos científicos de la CCAMLR han destacado repetidamente la necesidad de recibir datos de cada redada de la pesquería para examinar las

tendencias en la abundancia de distribución del krill y para estimar el grado de solapamiento entre las flotas pesqueras y las zonas de alimentación de los depredadores del krill, algo esencial para la correcta ordenación de la pesquería (CCAMLR 1992; 1998). Actualmente, la comunicación de datos a escala fina de cada redada es obligatoria para la mayoría de las pesquerías de la CCAMLR, pero no para el krill. Hay vigentes reglas de la CCAMLR que exigen la notificación de la intención de entrar en una serie de pesquerías del océano Austral, pero no son aplicables al krill (Croxall & Nicol, 2004 *Opcit*). La ausencia de una información completa y fiable sobre los futuros planes de pesca de krill impide a los organismos de la CCAMLR una previsión de tendencias en la pesquería de krill, algo que sería clave para las decisiones de ordenación (SC-CCAMLR WG-EMM 2003). Quizás las principales lagunas regulatorias con respecto a la pesquería del krill antártico sean la ausencia dispositivos obligatorios para el seguimiento de los barcos y de observadores científicos a bordo. En relación con el seguimiento de los barcos, la CCAMLR exige que los estados efectúen un seguimiento de todos sus barcos de pesca con licencia para faenar en el área de la Convención mediante un sistema automático conectado vía satélite: el VMS (sistema de seguimiento de barcos). Este requisito se aplica a todos los barcos de pesca de la CCAMLR excepto para el krill. La ordenación de la pesquería de krill debe tener en cuenta los potenciales impactos sobre las especies dependientes del krill, como el pingüino macaroni o de penacho anaranjado (*Eudyptes chrysolophus*). El VMS es una herramienta de regulación básica que permite a los estados verificar que las operaciones de pesca cumplen las condiciones de la licencia de pesca y que no se faena en áreas no autorizadas. El VMS también es importante para una evaluación precisa de la operación de la pesquería. En su reunión del 2004, la CCAMLR reforzó el sistema estableciendo un VMS centralizado por el que los estados del pabellón deben transmitir la posición de los barcos a la Secretaría de la CCAMLR para permitir la verificación independiente de los datos de posición de los barcos. El hecho de que los barcos de krill no estén sujetos al sistema VMS hace que la regulación de esta pesquería sea poco eficaz y de seguimiento difícil.

Se pueden hacer comentarios similares respecto al requisito de los observadores a bordo. Es un hecho ampliamente reconocido que es necesaria la presencia de observadores científicos a bordo de todos los barcos de pesca para recopilar datos relevantes sobre diferentes aspectos de la pesquería, lo que resulta clave para una ordenación adecuada. Sorprendentemente, la CCAMLR no exige en la actualidad la presencia de observadores científicos a bordo de los barcos que pescan krill en el área de la Convención. Aunque la CCAMLR ha diseñado un “Plan de Observación Científica Internacional”, no existe una medida de conservación que lo haga obligatorio para la pesca de krill. Las medidas de conservación de la CCAMLR requieren la presencia de observadores científicos a bordo de los barcos que participan en otras pesquerías, pero la pesca de krill constituye una excepción a esta regla.

ANEXOS

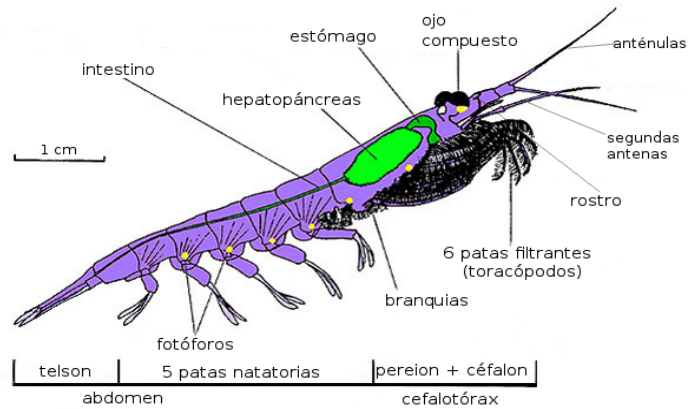


Figura N°1: Anatomía externa del krill (*Euphausia superba* -Dana 1852) destacando los dos segmentos principales. Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Euphausiacea>

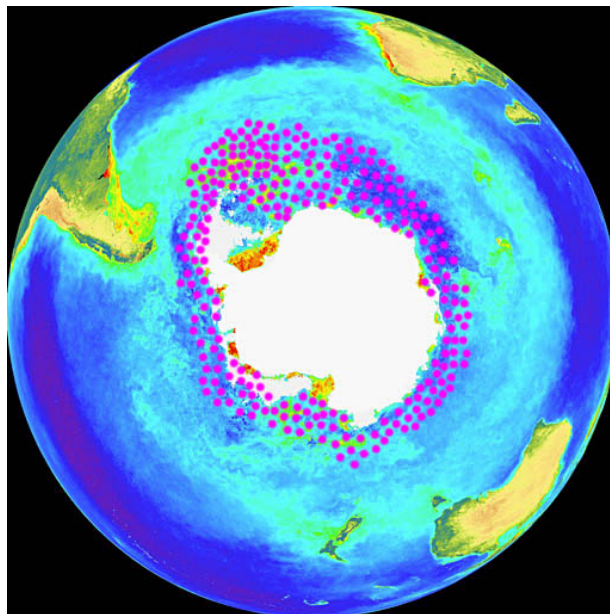


Figura N°2: La imagen satelital muestra la distribución del krill. Las principales concentraciones se encuentran en el mar de Scotia, en la Península Antártica. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Euphausia_superba

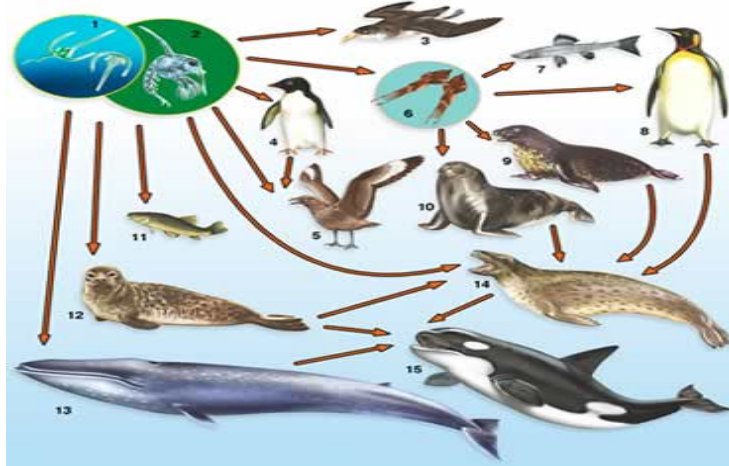


Figura 3: *Euphasia Superba* Eslabón clave en la cadena alimentaria del ecosistema antártico. (1) Fitoplancton; (2) Zooplancton; (3) Petrel; (4) Pingüino Adelia; (5) Eskúa; (6) Calamar; (7) Pez; (8) Pingüino emperador; (9) Foca de Weddell; (10) Foca de Ross; (11) Pez; (12) Foca cangrejera; (13) Ballena azul; (14) Leopardmarino; (15) Orca. Fuente: <http://nicolas-fuentes2.webnode.cl/que-es-un-ecosistema/>

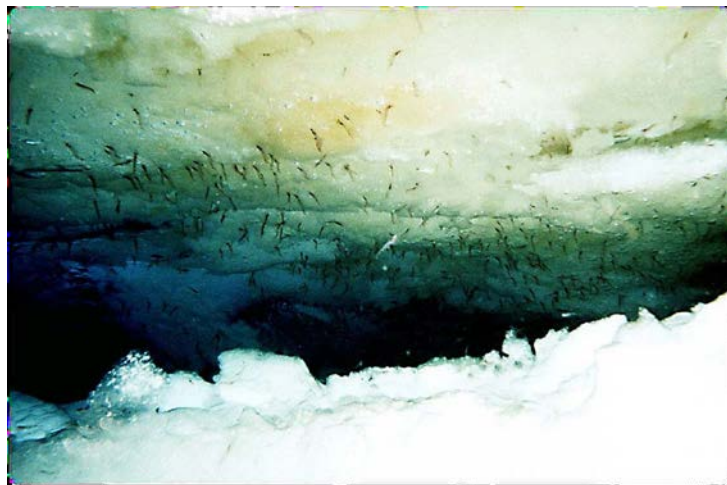


Figura 4: Krill antártico rasgando paredes congeladas con algas en la Antártica. Fuente: fotografía de Laboratorio ATOLL <https://www.asoc.org/advocacy/krill-conservation>.

CONCLUSIONES

-Dados los antecedentes abordados en esta monografía, se puede decir que los ecosistemas en el océano antártico son dinámicos.

-Respecto a las variables que repercuten sobre la abundancia del krill, como cambios en el hielo marino que rodea al continente, estas producen visibles variaciones en el volumen de esta especie, siendo el calentamiento global que interviene en el retroceso del hielo, uno de los factores a considerar (aunque en menor medida), junto con la pesca, como los principales responsables en la disminución del os, debido a que la variabilidad en el entorno físico puede tener efectos directos e indirectos sobre la abundancia del krill, incluyendo otras presas y sus depredadores.

-Gracias a la existencia de este pequeño crustáceo, la cadena alimentaria tiene un principio, un desarrollo y un final. Por lo tanto su rol es fundamental al ser el alimento primario de una gran cantidad de especies en el ecosistema marino.

-Respecto a las variables que repercuten sobre la abundancia del krill, como cambios en el hielo marino que rodea al continente, estas producen visibles variaciones en el volumen de esta especie, siendo el calentamiento global que interviene en el retroceso del hielo, uno de los factores a considerar (aunque en menor medida), junto con la pesca, como los principales responsables en la disminución del krill.

-de acuerdo a lo expuesto en este trabajo, el ciclo vital del krill está íntimamente relacionado con el hielo marino. En base a ello, una futura reducción del hielo marino puede reducir el hábitat y la abundancia del krill. Además, se prevé que el calentamiento ocasione también una reducción hacia los polos de las áreas que pueden albergar hábitats propicios para el krill, ya que, ante un aumento de la

temperatura del agua marina, el krill podría necesitar más energía para sobrevivir, lo cual menoscabaría su capacidad de crecimiento.

-La abundancia de krill y su posible explotación como fuente alimenticia para la humanidad ha sido un tema de frecuente controversia entre la comunidad científica antártica.

-Si bien existen muchos científicos que atribuyen al calentamiento global como causante de la disminución del krill, existe un consenso generalizado que todos los investigadores concuerdan que la causa principal y directa de la disminución en el volumen de krill antártico (y de estancamiento en la reproducción de especies depredadoras como pingüinos y lobos marinos) es la actividad pesquera.

.-El krill no es un recurso inagotable y mientras más pronto lo entendamos, más rápido será la acción para su protección. La acción reguladora de los distintos sistemas de control hace que esto sea cada vez más importante.

-El krill se alimentan de fitoplancton, y estos a su vez son devorados por un gran número de mamíferos marinos, peces, aves y cefalópodos. El problema surge a la vista, porque si no se regula la extracción de este recurso, una gran parte del ecosistema desaparecerá.

-La presencia de observadores científicos a bordo de todos los barcos de pesca es relevante a la hora de recopilar datos sobre diferentes aspectos de la pesquería, lo que resulta clave para una ordenación adecuada. Por lo tanto, se hace necesario que la CCAMLR exija en la actualidad la presencia de observadores científicos a bordo de los barcos que pescan krill en el área de la Convención

-Las principales lagunas regulatorias con respecto a la pesquería del krill antártico son la ausencia dispositivos obligatorios para el seguimiento de los barcos y de observadores científicos a bordo. En relación con el seguimiento de los barcos, la CCAMLR exige que los estados efectúen un seguimiento de todos sus barcos de pesca con licencia para faenar en el área de la Convención mediante un sistema automático conectado vía satélite.

-Finalmente queda añadir que el camino para la conservación del ecosistema marino antártico aun es largo, pero gracias a los esfuerzos realizados, y al mejor entendimiento del rol que cumple el krill en el mismo, se avistan prontas mejoras y una posibilidad cada vez más cercana de conseguir una preservación total de los recursos circundantes al continente antártico.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, A. 2014. [El krill del que se alimenta la fauna de la Antártida ha bajado un 80% desde 1970](http://www.abc.es/hemeroteca/historico-08-11-2004/abc/Sociedad/el-krill-del-que-se-alimenta-la-fauna-de-la-antartida-ha-bajado-un-80-desde-1970_963322235598.html) http://www.abc.es/hemeroteca/historico-08-11-2004/abc/Sociedad/el-krill-del-que-se-alimenta-la-fauna-de-la-antartida-ha-bajado-un-80-desde-1970_963322235598.html

Alonzo, S.H., Switzer, P. V. y Mangel, M. 2003. An ecosystem-based approach to management: using individual behavior to predict the indirect effects of Antarctic krill fisheries on penguin foraging. *Journal of Applied Ecology* (2003) 40: 692-702

Anheller, J.-E., Hellgren, L., Karlstam, B., and Vincent, J. 1989. Biochemical and biological profile of a new enzyme preparation from Antarctic krill *Euphausia superba* Dana suitable for debridement of ulcerative lesions. *Arch. Dermatol. Res.* 281: 105-110.

Ahumada, R.B., Pinto, L.A. y Camus, P. A. 2000. "The Chilean Coast", pp. 699-717. In C.R.C. Sheppard (ed.). *Seas at the millennium: an environmental evaluation*, vol. I Regional Chapters: Europe, The America and West Africa. Pergamon, Amsterdam, The Netherlands.

-Auge, M. 2006. Agua fuente de vida. Departamento de Ciencias Geológicas. Facultad de Ciencias Exactas y naturales. Universidad de Buenos Aires, Argentina. pp 5

-Atkinson, A., Siegel, V., Pakhomov, E., Rothery, P. (2004). «Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean». *Nature* 432: 100-103.

- Bernal, P. y Ahumada, R. B. 1985. "Ambiente Oceánico", pp. 55-106. En F. Soler (ed.). Medio Ambiente en Chile. Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA). Ediciones Universidad Católica, Santiago, Chile.
- Bravo, S. y Matheson, G. de 2013. <https://es.scribd.com/document/312813188/El-Krill-y-Su-Importancia-Ecologica>.
- Brierley, A. S., Fernandes, P. G., Brandon, M. A., Armstrong, F., Millard, N. W., McPhail, S. y otros. (2002). Antarctic Krill Under Sea Ice: Elevated Abundance in a Narrow Band Just South of Ice Edge. *Science*, 295(1), 1890-1892
- Brinton, E. M. D., Ohman, A. W., Townsend, M. D., Knight, A., Bridgeman, L. 2000. Euphausiids of the World Ocean (cd-room Expert System). Springer-Verlag, Heildeberg
- Calvo, A. 1993. La Antártida. Catedral del Hielo. Serie McGraw-Hill de divulgación Científica / Interamericana de España, S.A. pp 3-5.
- Canales, R. 2014 INACH. <http://www.inach.cl/inach/?p=15106>
- Cárdenas G., Pellón J., Franco M. 2004. Parámetros biológicos pesqueros del krill antártico, *Euphausia superba*. Verano Austral 2003. Callao, Perú. ISSN0378-7702. 32(4):339-343
- Castilla, J. C., Navarrete, S. A. y Lubchenco, J. 1993. "Southeastern Pacific coastal environments: main features, large-scale perturbations, and global climate change". In *Earth System Responses to Global Change: contrasts between north and South America*.
- CCAMLR. 1992. Report of the Eleventh Meeting of the Commission, Hobart, Australia, 26 October - 6 November 1992.

CCAMLR. 1998. Report of the Seventeenth Meeting of the Commission, Hobart, Australia, 26 October - 6 November 1998.

CCAMLR. 2002. Report of the Twenty-First Meeting of the Commission, Hobart, Australia, 21 October - 1 November 2002.

CCAMLR. Krill Synoptic Survey. Available at: <http://www.ccamlr.org/pu/e/sc/kri-survintro.htm>

Constable, A.J. y Nicol, S. 2002. Defining smaller-scale management units to further develop the ecosystem approach in managing large-scale pelagic krill fisheries in Antarctica. CCAMLR Science, Vol. 9: 117-131.

Croxall, J.P. 1984. Seabirds. In Antarctic Ecology (R. Laws, ed.): 531-616. Cambridge University Press, Cambridge.

Croxall, J.P. 2003. National Geographic News, August 5

Croxall, J. P. & Nicol, S. 2004. Management of Southern Ocean Fisheries: global forces and future sustainability. Antarctic Science 16 (4): 569-854

De Groot, S. J. 1972. Can Antarctic Krill be economically exploited? *Visserij*, 25 (7): 487.

Einarsson, H. 1945. Euphausiacea I. North Atlantic species. *Dana Rep.*, 27: 1-185.

Everson, I. 2000a. Introducing Krill. In: *Krill: Biology, Ecology and Fisheries* – (I. Everson, ed.) Fish and Aquatic Resources, Series 6. Blackwell Science, Oxford: 1-7.

- Everson, I. 2000b. Role of krill in marine food webs, the Southern Ocean. In: Krill: Biology, Ecology and Fisheries – (I. Everson, ed.) Fish and Aquatic Resources, Series 6. Blackwell Science, Oxford: 194-201
- Fariña, J. M., Ossa, P. G., y Castilla, J. C. 2008. Diversidad de Ecosistemas. Ecosistemas Marinos. Biodiversidad de Chile. Patrimonio y desafíos. Segunda Edición actualizada; Comisión Nacional Del Medio Ambiente (CONAMA).
- Figueroa, D. 2002 “Forcing of physical exchanges in the nearshore Chilean Ocean”. In The oceanography and Ecology of the Nearshore and Bays in Chile. Proceedings of the International Symposium on Linkages and Dynamics of Coastal Systems: Open Coasts and Embayments. J.C. Castilla y J.L. Largier (eds.). Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile: 31-43
- Gascón, V & Werner, R. 2005. El Krill antártico: estudio de caso sobre las implicaciones de la pesca en el ecosistema. Antarctic and Southern Ocean Coalition. Puerto Madrin- Argentina.
- Gross, L. (2005). “As the Antarctic Ice Pack Recedes, a Fragile Ecosystem hangs in the balance”. PLoS Biology 3(4):127
- Guglielmo, L. 2006. Larve Pelagiche: Eufausiacei, Decapodi. In: Avancini M., Cicero A.M., Di Girolamo I., Innamorati M., Magaletti T., Sertorio Zunini T. (Eds.) Guida al riconoscimento del plancton nei mari italiani. Vol. II, Zooplancton neritico, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. ICRAM, Roma: 167-168, Tav. 154-155

Hamner, W. M., Hamner, P. P., Strand, S. W y Gilmer, R. W. 1983 "Behavior. Of. Antarctic Krill, *Euphasia superba*: Chemoreception, Feeding, Schooling and molting". *Science* 220: 433-435.

Howard, Dan (2001). «Krill». *Beyond the Golden Gate - Oceanography, Geology, Biology, and Environmental Issues in the Gulf of the Farallones*. United States Geological Survey. pp. 133-140. Circular 1198.

Ichii, T. 2000. Krill harvesting. In: *Krill: Biology, Ecology and Fisheries – (I. Everson, eds.) Fish and Aquatic Resources, Series 6*. Blackwell Science, Oxford: 228-262.

Jaffe, J. S.; Ohmann, M. D.; de Robertis, A. (1999). «Sonar estimates of daytime activity levels of *Euphausia pacificain* Saanich Inlet». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **56** (11): 2000-2010. doi:10.1139/cjfas-56-11-2000

Retamales, J.2006. La Antártica Nuestra: Una Introducción a su conocimiento. Instituto Antártico Chileno (INACH).

Gallotii, Diego 2014. Krill. Especie clave del ecosistema antártico. Publicia. P 272. [ISBN 978-3-639-55918-7](#).

-Hooker, Y. Pellón J. Quiñones J. Bustamante M. 1999. Características biológicas del krill (*Euphausia superba*) durante el crucero Bic Humboldt. 9801. Perú Antar IX. Inf. Int. Mar Perú N°144:61-70.

Kairns, D. K. 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies. *Biological oceanofraphy*. Vol. 5:261-272.

Kock, K.-H. 1992. Antarctic fish and fisheries. Cambridge University Press, Cambridge.

Kils, U y Klages, N. 1979. "Der Krill". *Naturwissenschaftliche Rund- Schau*. 10: 397-402 (traducción inglesa: *The Krill*).

Laws, R.M. 1984. Seals. In: Antarctic Ecology (R. Laws, ed.): 531-616. Cambridge University Press, Cambridge

Labarta, E. y Fuertes, J. R. 1975. Biología y pesaca. Instituto de Investigaciones pesqueras. Laboratorio de Vigo- España.

Macauley, M.C., English, T.S., and Mathisen, O.E. 1984. Acoustic characterisation of swarms of Antarctic krill (*Euphausia superba*) from Elephant Island and Brans field Strait. *J. Crustacean Biol.* 4 (Vol.1): 16-44.

Mauchline, J. 1980. The biology of mysids and euphausiids. *Adv. Mar. Biol.*, 18: 1-681

Mauchline, J. 1980. The biology of mysids and euphausiids. *Adv. Mar. Biol.*, 18: 1-681

Miller, D.G.M. y Agnew, D. 2000. Management of krill in the Southern Ocean. In: *Krill: Biology, Ecology and Fisheries – (I. Everson, ed.) Fish and Aquatic Resources, Series 6.* Blackwell Science, Oxford: 300-337

Nicol, S. 2004. In: www.antdiv.gov.au

Nicol, y Endo, Y. 1997. Krill fisheries of the world. *FAO Fish Techn.* Pp 376. FAO Rome.

- Nicol, S., Forster, I., y Spence, J. 2000. Products derived from krill. In: Krill: Biology, Ecology and Fisheries – (I. Everson, eds.) Fish and Aquatic Resources, Series 6. Blackwell Science, Oxford: 262- 283.
- Pequegnat, W. E. 1958. Whales, Plankton and Man. En ~Oceanography-, pp. 275-279. W. H. Freeman and Co. San Francisco.
- Pnuma Gems 2007. Programa del agua, *Water Quality*. Pnuma. Sistema Mundial de vigilancia del medio ambiente Instituto Nacional de Investigación sobre el agua. Burlington. Ontario. pp358.
- Prieto, M. Cristina 2004. El tratado Antártico, vehículo de paz en un campo minado. *Universum* [online], vol.19, n.1
- Prince, P.A. y Morgan, R.A. 1987. Diet and feeding ecology of Procellar informes. In: Seabirds. Feeding Ecology and Role in Marine Ecosystems (J.P. Croxall, ed.): 154-171, Cambridge University Press, Cambridge.
- Quetin, L.B. y Ross, R.M. 1991. Behavioral and physiological characteristics of the Antarctic krill *Euphausia superba*. *Am. Zoologist* 31: 49-63
- Nace, R.1971. Scientific framework of world water balance: 1-27. Unesco Technology Papers Hydrology p.7.
- Santelices, B. 1991. "Littoral and sublittoral communities of continental Chile", pp. 347-369. In A.C. Mathieson and P.H. Nienhuis (eds.) Ecosystems of the world, 24. Intertidal and Littoral Ecosystems. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands

Siegel, V. 2000. Krill (Euphausiacea) life history and aspects of population dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57 (Suppl. 3): 130-150

CCAMLR WG-EMM. 2003. Report of the Meeting of the Working Group on Ecosystem Monitoring and Management, Cambridge, UK, 18-29 August 2003.

Tansley, A.G. 1934. The use and abuse of vegetational concept and terms". *Ecology*, 16: 284-307.

Villemur, J. P. 2004. El Krill y su hábitat antártico. *Boletín del Centro Naval* número 808. pp 308-309.