

# EL KRILL Y SU HÁBITAT ANTÁRTICO

JUAN PEDRO VILLEMUR

**La población mundial se incrementa a razón de tres seres humanos por segundo.** Para el 2025 pasará de los actuales 6.300 millones de habitantes a más de 8.000 millones. El número representa un crecimiento de casi el 30% en algo más de dos décadas, lo que vuelve a plantear con dramatismo la posibilidad de crisis alimentaria a nivel global.

Así es que, cuando recién comienza el siglo XXI, la superpoblación dejó de ser un tema ideologizado para convertirse en uno de los problemas que más preocupa a todos los pueblos del universo.

La superpoblación, el hambre, la pobreza, la desocupación, la falta de recursos naturales, la contaminación, el efecto invernadero y una serie de situaciones difícilmente reversibles en las próximas décadas se constituirán, según algunos pensadores y científicos, en una de las catástrofes más grandes de la historia de la humanidad.

Ya no son los países subdesarrollados los que temen a este fenómeno; también los países más avanzados, donde la población prácticamente se mantendrá estable, son partidarios de tomar medidas, dados los importantes movimientos migratorios que, en busca de condiciones más favorables, están afectando sus economías.

La problemática no es nueva. El clérigo anglicano Thomas Malthus se refirió al tema en su *Ensayo sobre el principio de la población*, en 1798, en donde aconsejaba el control de la natalidad, dado que en aquellos tiempos la población crecía en proyección geométrica, mientras que los alimentos lo hacían a un ritmo mucho más lento. Con el fantasma de la superpoblación, Malthus intentó poner límites al empobrecido mundo subdesarrollado.

A partir de allí, las polémicas se sucedieron. Es así que Paul Ehrlich, en *La bomba poblacional*, escrito en 1968, pronosticó la crisis alimentaria. Por suerte algunos científicos son más optimistas y hablan de nuevas fuentes de alimentos. Todo dependerá de los esfuerzos y capacidad del hombre terráqueo para recomponer un planeta demasiado joven para estar tan deteriorado.

En síntesis, los especialistas dicen hoy, cuando la tierra está habitada por más de 6.000 millones de personas, que los recursos naturales del planeta ya no alcanzan para todos. Alarma y tortura saber que más de la mitad de la población humana carece de alimentos.

La actitud de la humanidad frente a la posibilidad de extraer recursos del mar ha variado a lo largo de la historia, desde negarle interés económico o práctico hasta considerarlo como la posible solución para paliar la crisis que ya golpea nuestros tiempos.

*El capitán de fragata Juan Pedro Villemur es licenciado en Economía. Nació en Azul (provincia de Buenos Aires), el 26 de agosto de 1933. Ingresó en la ESNM en 1950 (Promoción 82). Orientado en la Aviación Naval, se especializó en guerra antisubmarina y portaaviones. Fue comandante de la Escuadrilla Antisubmarina en 1973 y profesor de la ESGN durante 1976. Se desempeñó en el extranjero durante 1966: EE.UU. Cursos de pilotaje y señalero de portaaviones; 1977/78: EE.UU. y Canadá como Agregado Naval Adjunto. Su último destino en la Armada fue el de Director de la ESAN, 1979. Como retirado, se desempeñó en la Administración del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP-MDP) 1981/84. En 1985 se licenció en Economía en la UBA. Hasta el 2000 se desempeñó como gerente financiero en el Instituto de Ayuda Financiera, del Ministerio de Defensa. Es autor de la publicación La Pesca Marítima y su Problemática Argentina, 1988, editada por la Fundación Argentina de Estudios Marítimos (FAEM). Fue galardonado con el Premio Almirante Storni, por su trabajo "Recursos renovables en el mar-La problemática pesquera", aparecido en el BCN N° 757, abril-junio 1989.*



BOLETÍN DEL CENTRO NAVAL

**Número 808**

Mayo/agosto de 2004

Recibido: 25.3.2002

Como resultado de la búsqueda de nuevas fuentes de proteína animal de origen marino y debido a la disminución de los “stocks” de peces por agotamiento de los principales caladeros, de las restricciones para pescar en las Zonas Económicas Exclusivas de los países ribereños y de los progresos en la accesibilidad de los campos helados antárticos, muchos Estados han mostrado un creciente interés en la explotación de los recursos vivos antárticos en escala comercial.

El mar Antártico tiene su respuesta con su enorme riqueza, que contrasta con la pobreza de la vida en el continente. En el mar también la vegetación es la base de la alimentación. Durante el verano, el océano se enriquece con sustancias minerales que afloran desde las profundidades. La acción del sol durante gran parte del día, el aumento de fosfatos y nitratos unido a las características de temperatura, salinidad y contenido de oxígeno del agua producen las condiciones ideales para la proliferación del fitoplancton o plancton vegetal, que constituye el primer eslabón de las cadenas alimentarias. El zooplancton, formado por animales herbívoros que se alimentan preferentemente con plancton, está constituido por pequeños crustáceos, entre ellos los copépodos y los eufáusidos.

Los eufáusidos, llamados comúnmente “krill”, ocupan un lugar fundamental en las cadenas tróficas que terminan en peces, aves, focas y ballenas. Este enorme potencial del mar Antártico permitiría, sin afectar las reservas, una captura de 100 millones de toneladas anuales de krill, cifra casi similar al total de pesca marina de todas las especies de peces, moluscos y crustáceos que se capturan actualmente en todos los mares del mundo, incluyendo la producción resultante de la acuicultura.

El krill (pez joven en noruego), también denominado camarón antártico, cuyo tamaño varía entre 3,5 y 5 cm (en estado adulto puede llegar a 7 cm), es un crustáceo pelágico (de aguas poco profundas), de color rojizo pálido, con grandes ojos negros, aprovechable su carne en un 25% (Figura 1). Su importancia como producto alimenticio para consumo humano se incrementó enormemente debido al progreso desarrollado en los últimos años en las técnicas y equipos diseñados para poder separar la caparazón y producir carne pura de krill. Su ventaja como alimento se basa en su valor proteico, bajo contenido graso

y una considerable cantidad de vitaminas A, B y D, rico en minerales de calcio, magnesio y fósforo, lo que permite una variada preparación de productos para consumo humano, como ser, concentrado proteico, embutidos, pasta, manteca, picadillo de carne y panes de carne de colas. En tanto para animales, se lo utiliza como alimento balanceado de aves y ganado, pasta como carnada y alimento de peces en acuicultura.

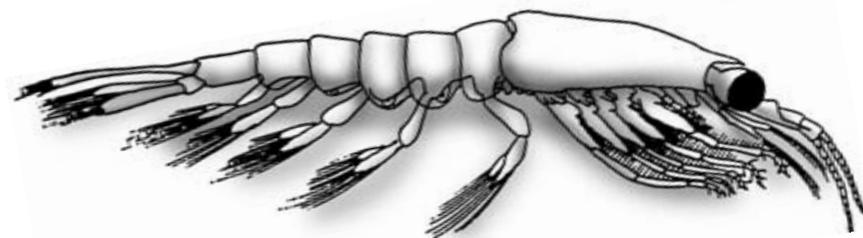


Figura 1.

Su gran abundancia, sustentada por su tendencia a concentrarse en extensos campos en la capa superficial del mar, facilita enormemente las operaciones de pesca de arrastre con equipos similares a los utilizados para la captura de especies pelágicas.

La mayoría de los actuales conocimientos de la biología e historia natural del krill antártico (*euphausia superba*) se originó en los pioneros estudios exploratorios del Discovery Committe entre las 1ra y 2da Guerras Mundiales. A continuación de la emergencia del Sistema del Tratado Antártico a principios de los 60, la investigación biológica en el océano austral fue predominantemente referida a las aguas cercanas al continente antártico.

En los comienzos de los 70, la creciente presión en la mayoría de las pesquerías tradicionales impulsó e incrementó el interés por el potencial comercial de las especies marinas antárticas que habían sido fuertemente explotadas (ballenas, focas, etc.). Aunque el interés fue centrado al principio en los peces de aleta, el potencial del krill como recurso

pesquero fue claramente reconocido. Su alto contenido de proteínas y aminoácidos esenciales han estimulado la atracción por la explotación de esta especie.

Atento a la indiscriminada caza de ballenas y reconociendo la posición clave del krill en un gran número de importantes cadenas alimentarias del Atlántico austral, el Comité Científico de Investigación Antártica (SCAR) vio la necesidad de incrementar la investigación científica dentro de la dinámica del ecosistema marino antártico. Esto resultó en la formulación de un programa de investigación internacional denominado BIOMASS (Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks).

Lanzado en 1977, BIOMASS apuntó a intensificar la investigación biológica marina en la Antártida, en un principio con el punto de vista de proveer un fundamento científico sobre el cual debe basarse el futuro manejo y explotación racional de los recursos vivos marinos antárticos. El plan fue inicialmente programado para 10 años. Una gran parte del programa consistió en dos tipos de investigaciones: FIBEX (1981) (First International Biomass Experiment) y SIBEX (1983-1985) (Second), cuyos objetivos fueron mejorar los conocimientos de la biología, ecología y dinámica de poblaciones del krill. En particular fueron introducidos en el FIBEX investigaciones coordinadas de hidroacústica para estimar la biomasa del krill y en el SIBEX para estudiar el comportamiento de las especies acompañantes.

Otros estudios han demostrado también que el krill posee otras bondades, una de ellas es su utilización como medicina para curar o reducir la aterosclerosis, la enfermedad que más muertes produce en el mundo. Se han realizado estudios sobre el plasma de los pingüinos antárticos que no sufren esta enfermedad y están avanzados los estudios en seres humanos. El ácido graso extraído del krill protege las arterias y disminuye las placas de colesterol.

Las últimas estadísticas indican que la biomasa del krill oscila entre 200 y 1.000 millones de toneladas. Sin embargo las actuales capturas apenas totalizan 100.000 toneladas anuales, siendo Japón el principal productor (45%), seguido de Rusia (11%), Ucrania (11%), Polonia (10%) y Chile (1%).

Varios países han invertido grandes sumas de dinero en investigación y en buques comerciales diseñados especialmente para operar en los campos helados de la Antártida, como asimismo en laboratorios basados en tierra, utilizando especialistas en muchas disciplinas. Un gran número de trabajos han sido publicados; sólo unos pocos se refieren al desarrollo integral del krill, como la tecnología de su utilización, la mecanización de los procedimientos y los problemas económicos y de comercialización. Los más conocidos son los reportes de la FAO, preparados por Grantham (1977) y Mc Elroy (1980).

Posterior a estos trabajos no se desarrollaron nuevas ideas en la utilización del krill. Proyectos de investigación llevados a cabo por algunos países han introducido nuevos elementos concernientes a la estimación de los "stocks" y técnicas de procesamiento.

Sin embargo aun quedan pendientes dificultades para solucionar problemas de procesamiento y comercialización y ello determinará en el mediano y largo plazo la viabilidad económica de su futuro desarrollo. ¿Por qué se pesca tan poco krill cuando las existencias son tan elevadas? Varias son las razones:

1. La pesca intensiva está limitada a unos pocos meses durante el año y requiere barcos y equipos especiales para poder operar en las regiones polares bajo severas condiciones.
2. Las capturas deben ser procesadas inmediatamente, debido a la rápida autólisis una vez sacado del agua. Además no existen embarcaciones capaces de industrializar toda la captura que se puede obtener en cada lance, debiendo realizar capturas más pequeñas con pérdida de tiempo y mayores costos.

3. Por problemas en su comercialización y debido a la falta de investigaciones de mercado, el krill no jugará un rol principal en el mercado mundial. Biológicamente el krill no pertenece a la misma especie que el camarón, pero comercialmente puede pasar por un camarón muy pequeño. Esta duda parece ser el aspecto más crucial para la viabilidad de la explotación del krill para consumo humano. Por otro lado, los procesos tecnológicos utilizados deberán contemplar que el producto llegue al mercado a precios adecuados para un consumo masivo.
4. La aparición de especies acompañantes (medusas, juveniles, larvas de peces) durante la captura de krill genera dificultades; habitualmente significan más de un 20% de la captura total de un lance de pesca. En estos casos es necesario separar manualmente a las especies acompañantes y en situaciones extremas se debe cambiar la zona de pesca.
5. Además, ¿es el krill apto para la alimentación humana? Los noruegos dicen que su alta concentración de flúor es peligrosa para el hombre; los alemanes demostraron que el flúor se halla en el caparazón y puede ser eliminado por procedimientos químicos. Mediante un tratamiento especial es posible utilizar el krill para la alimentación del hombre.

## **Su hábitat**

### **Continente Antártico**

La Antártida es un continente diferente. Allí no crecen árboles y casi no hay plantas; los animales viven en las costas y escasamente penetran en el interior. No hay ríos, ni ciudades, ni caminos, ni ganados. El Continente Antártico es un inmenso desierto de hielo, del cual apenas sobresalen las cúspides de las montañas más altas.

El primer hombre que puso sus pies fue en 1895, pero nunca se convirtió en un habitante estable, a pesar de que alguno de los asentamientos científicos de los últimos años han dado signos de ser permanentes. Hablar de asentamientos permanentes no significa que estén habitados por las mismas personas, sino que las actividades no se han interrumpido y cada año un nuevo grupo los reemplaza y continúa con las tareas del anterior.

Su superficie se ha calculado en alrededor de 14 millones de km<sup>2</sup>, cifra que incluye todas las plataformas de hielo que se proyectan sobre el mar y que frecuentemente ocultan el contorno de las costas. La plataforma continental antártica tiene una superficie aproximada de 2,4 millones de km<sup>2</sup> que sumada a la superficie emergida, se obtiene para la Antártida un área continental total de 16,4 millones de km<sup>2</sup>.

La mayor parte de las superficies de hielo se esparcen en 2.000/4.000 metros sobre el nivel del mar y picos rocosos de grandes montañas alcanzan alturas superiores a los 5.000 metros, elevándose ocasionalmente más de 3.000 metros sobre la capa de hielo. En consecuencia, la Antártida tiene una altura media que supera casi tres veces las alturas promedio de los demás continentes.

El volumen de hielo que hay en el continente representa el 90% del hielo del mundo. Si ese inmenso volumen se derritiera y se volcara al océano Antártico, provocaría un aumento de nivel de todos los mares del mundo en alrededor de 70 metros sobre el nivel actual. Todas las grandes ciudades que generalmente se hallan en zonas llanas costeras serían sepultadas bajo el agua.

Un gran cinturón marino circunda el Continente Antártico, al que se denomina océano Antártico, rodeado por los océanos Atlántico, Pacífico e Índico. Posee ciertas caracte-

rísticas que lo diferencian de estos tres océanos: la temperatura y salinidad de sus aguas, la presencia de hielo y su abundante y peculiar contenido biológico durante los meses de verano.

Su límite norte es llamado convergencia antártica (Figura 2), que conforma una línea circumpolar sinuosa, de trazo discontinuo, que corre aproximadamente entre los 50° y 60° de latitud Sur. Esta línea une los puntos en que las masas de agua polar desaparecen debajo de otras más cálidas procedentes del norte. La convergencia antártica constituye un límite oceanográfico y como no es fijo presenta variaciones de año en año y cambia con las estaciones. También es un límite biológico: al sur de ella la vida vegetal es pobre en tamaño y cantidad de especies y limitada a dispersos "oasis" de tierras sin hielo, consistentes principalmente en líquenes, musgos, algas, hongos y bacterias. Si bien la convergencia antártica es el límite natural del océano Antártico, el límite político es el paralelo 60° de latitud Sur.

La plataforma continental antártica es angosta y relativamente profunda. En su mayor parte está cubierta por barreras de hielo o témpanos varados, en particular en aquellas zonas en que su profundidad no supera los 100/200 metros. Esto significa que la explotación de los recursos naturales que allí pudieran existir se hace muy dificultosa.

El océano Antártico posee un fuerte y desarrollado sistema de corrientes con afloramientos asociados a aguas ricas en nutrientes. Su abundancia y los largos períodos de luz solar durante los meses de verano producen el fitoplancton, que constituye el primer eslabón de las cadenas alimentarias del mar.

El plancton antártico está compuesto principalmente por algas microscópicas unicelulares llamadas diatomeas. Vaga arrastrado por las corrientes marinas ya que es incapaz de desplazarse por su cuenta; sólo puede realizar migraciones verticales para acercarse o alejarse de la luz solar. El fitoplancton en inmensas cantidades alimenta algunos organismos que por la abundancia de su población y por su gran distribución desempeñan un papel muy importante en la bioproducción, figurando entre ellos los copépodos y los eufáusidos. Cerca de la mitad es krill, alimento primario de ballenas y focas cangrejeras. También es alimento sustancial de pingüinos, pájaros, calamares y por lo menos 30 especies de peces (Figura 3). Al abrir el estómago de una ballena azul, asombra la cantidad de organismos ingeridos por este gigante de los mares. Puede contener de 800 a 1.300 litros de alimento en el cual sobresale la abundancia de krill.

La vida animal en la Antártida es esencialmente marina. Focas, pingüinos y otras aves que pueblan sus costas durante la época de cría pasan la mayor parte de su tiempo en el agua. La caza de focas y ballenas ha sido la principal actividad económica, hasta que la indiscriminada explotación redujo estos recursos que casi llegan a su exterminio.

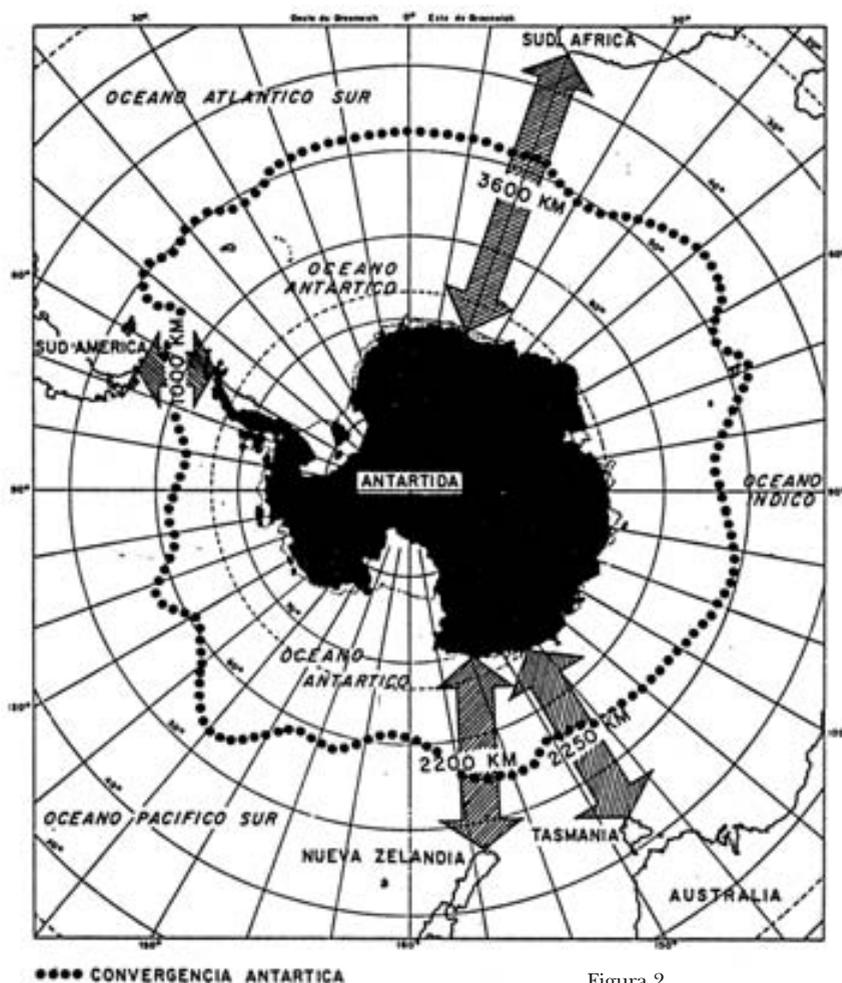


Figura 2.

## Cadena alimentaria de la Antártida

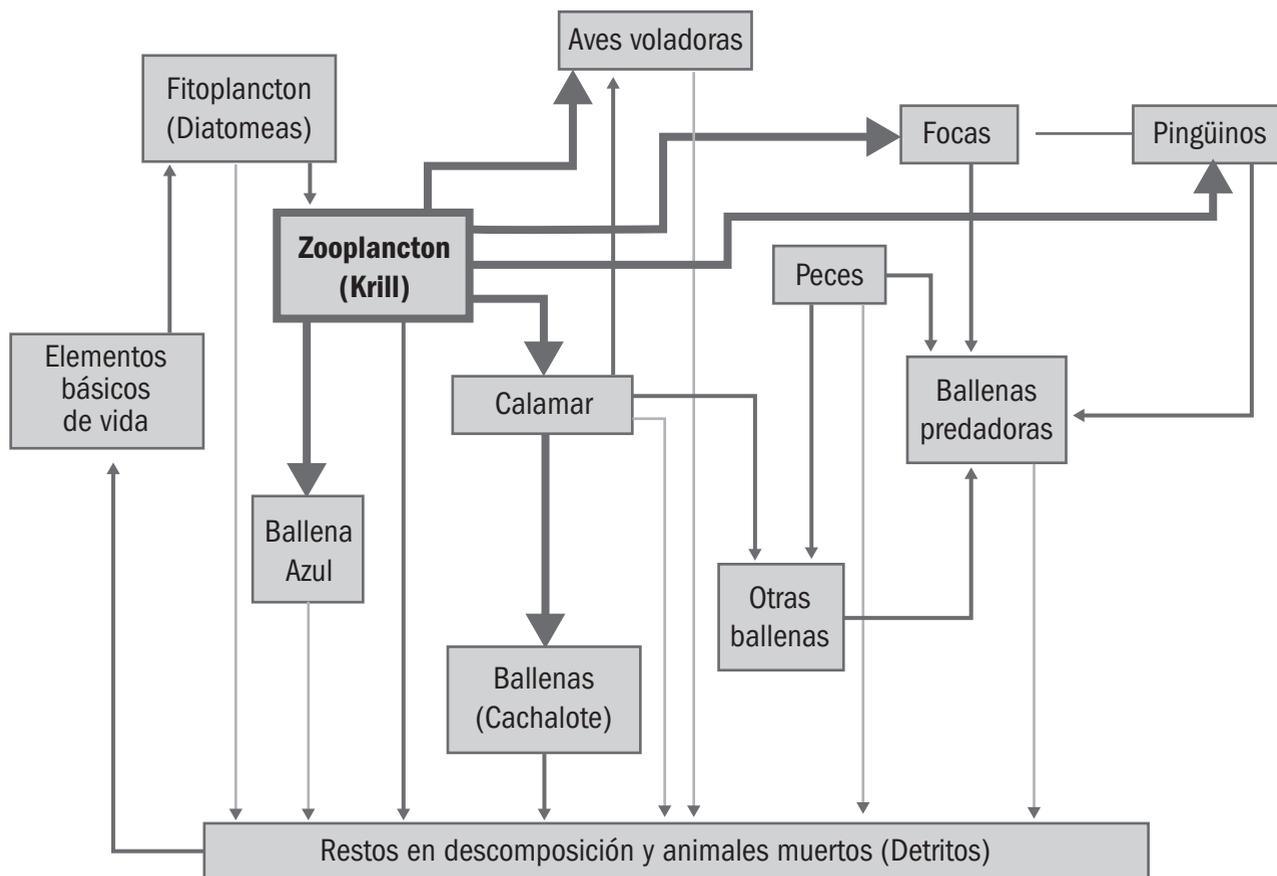


Figura 3.

Investigaciones biológicas conducidas por muchos países en los últimos cien años han revelado que las aguas antárticas poseen las propiedades esenciales como para sustentar importantísimos recursos pesqueros. Muchas especies de apetecibles peces han sido identificadas y también existen crustáceos y calamares. Actualmente el principal recurso vivo de extraordinaria magnitud y valor comercial son los extensos campos de krill, considerado por muchos expertos pesqueros ser la mayor reserva en el mundo de proteínas animales. Este crustáceo desempeña un papel muy importante en la bioeconomía del mar, por ser un eslabón clave en la transformación del alimento de origen vegetal en tejido animal y por ser la fuente de alimentación básica de muchos vertebrados marinos.

**Sector Antártico Argentino** (Figura 4)

Está delimitado por los meridianos 25° y 74° de longitud Oeste y el paralelo 60° de latitud Sur. Nuestro país, para su demarcación, utilizó la doctrina del senador canadiense Pascual Poirier, enunciada en 1907 para solucionar la división espacial de la región ártica. Según la misma, los países interesados prolongarían hasta el Polo Norte los meridianos extremos de su territorio metropolitano, determinando un sector polar. El límite Este corresponde a la prolongación del meridiano más oriental de las Islas Sándwich del Sur (25° W) y el Oeste al meridiano del cerro Bertrand (en la cordillera santacruceña), extremo occidental del país (74° W) .

Políticamente el Sector Antártico integra la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, cuya capital es Ushuaia (Ley 2191 del 21-09-1957).



Figura 4.

## Península Antártica

Denominada también Tierra de San Martín, constituye la región más peculiar del Continente Antártico. Desde el corazón del continente emerge hacia el norte, interponiéndose como una formidable y sinuosa barrera entre los mares de Bellinghausen y Weddell, que se va ensanchando hacia el sur. La costa del mar de Bellinghausen es muy recortada y escarpada, con profundos fiordos, canales y estrechos y gran cantidad de archipiélagos que constituyen su rasgo distintivo.

Al este de la Península Antártica se extiende la amplia cuenca del mar de Weddell, de características más moderadas. Navegar en esta región es difícil y requiere un esfuerzo mucho mayor. Basta recordar que fue nuestro rompehielos *General San Martín* el que abrió, a la investigación moderna, la ruta del mar de Weddell en 1955, alcanzando en sus campañas anuales lugares nunca antes vistos por persona alguna. La plataforma continental es estrecha en el borde occidental de la península, donde surgen grandes archipiélagos; en cambio es más dilatada en el mar de Weddell.

La mayor abundancia del fitoplancton se ha registrado al oeste de la Península Antártica, al sudoeste del mar de Weddell, en las aguas del Arco Argentino y en el mar de Bellinghausen, en tanto es muy escaso o ausente en el pasaje de Drake. En definitiva, el fitoplancton abunda más en el sector Atlántico que en el Pacífico. Esto otorga a la Argentina una clara ventaja, ya que la presencia de un fitoplancton abundante estimula el crecimiento de los "stocks" de krill.

Se ha determinado que la mayor productividad ocurre en las aguas superficiales al sur de

la convergencia, en las proximidades del continente en los meses de verano, bajo la influencia de la luz solar y la continua movilidad de las aguas. En tanto, durante los meses de invierno, en los que se produce el congelamiento de las capas superficiales, el fitoplancton queda incluido en el hielo y da los clásicos hielos amarillos o anaranjados.

### **El Tratado Antártico**

Es el instrumento jurídico-político que regula las actividades antárticas. Fue suscripto en Washington el 1° de diciembre de 1959 y entró en vigencia el 23 de junio de 1961, al ser ratificado por todos los gobiernos signatarios. Los países signatarios originales fueron doce: Argentina, Australia, Bélgica, Chile, EE.UU., Francia, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Reino Unido, Sudáfrica y la URSS. Fija un límite geográfico y político al determinar su área de aplicación al sur de los 60° de latitud Sur.

El tratado reconoce dos categorías de miembros: los consultivos o plenos que participan activamente en las decisiones de las Reuniones Consultivas y que son los países signatarios originales, con el agregado de otros países, entre ellos Polonia, República Federal Alemana, Brasil, India, China y Uruguay.

Los miembros adherentes son aquellos países que han adherido al Tratado, es decir, aceptan sus términos y disposiciones, aunque por el momento no tienen actividad antártica. Entre otros, son miembros adherentes Dinamarca, Países Bajos, Perú, Italia, España, Suecia, Cuba, etc.

En su contexto general, el Tratado sintéticamente dispone la utilización del Continente Antártico para fines pacíficos, libertad de investigación científica y cooperación científica y cooperación internacional, cautela las pretensiones de soberanía y congela las reclamaciones territoriales, protección y conservación de los recursos vivos, un mecanismo de observación e inspección por el cual cualquier país firmante puede enviar observadores facultados para visitar las instalaciones de cualquier otra parte contratante, etc.

Si bien el Tratado contempla ciertos aspectos políticos, no prevé, no prohíbe ni autoriza actividades económicas.

### **Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA)**

Esta Convención complementa al Tratado Antártico. Fue firmada en Canberra el 20 de mayo de 1980. Nuestro país la aprobó por Ley 22.584, ratificando la Convención el 28 de mayo de 1982. Entró en vigencia el 27 de junio de 1982.

Es un instrumento conservacionista de toda la fauna dentro de la convergencia antártica, o sea hasta donde se extiende el ecosistema marino antártico, lo cual significa que su límite es ecológico y oceanográfico y no político y geográfico. Su texto crea los mecanismos que deberán controlar la explotación de los recursos vivos y evitar la pesca depredatoria de la mayor reserva íctica del mundo y así preservar el equilibrio ecológico de la región.

La Convención ha fijado el área de aplicación a través de meridianos y paralelos. El área se compone de tres grandes zonas de pesca: la zona antártica del océano Atlántico (Área 48), la zona antártica del océano Índico (Área 58) y la zona antártica del océano Pacífico (Área 88). A los efectos estadísticos, estas áreas se dividen en subáreas y divisiones (Figura 5).

El Comité Científico de la CCRVMA edita un boletín estadístico anual en el que detalla los datos de capturas y esfuerzos de pesca notificados de los últimos 10 años, desglosados

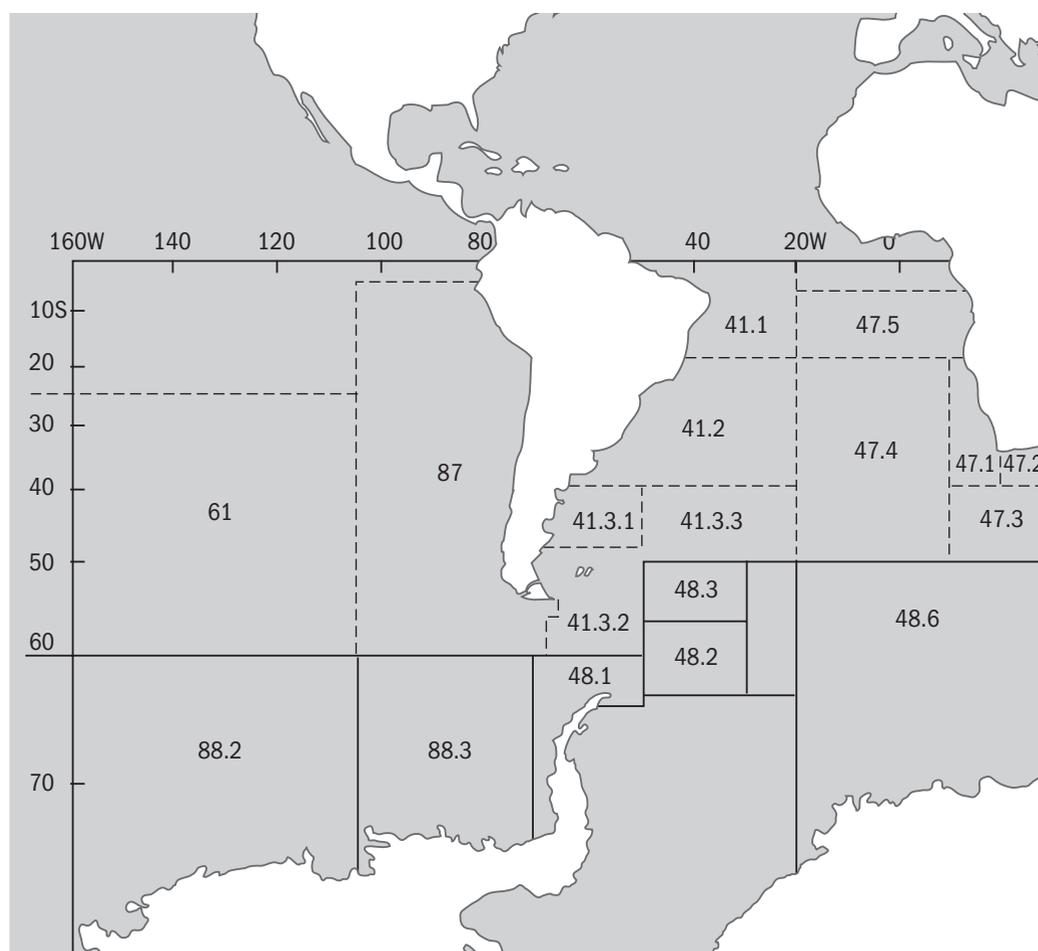


Figura 5.

por mes, área, tipo de pesca, especies y nacionalidad. Con la ratificación de la Convención en 1982, se promovió la necesidad de conducir la explotación del krill de manera de minimizar los potenciales efectos irreversibles en el ecosistema marino antártico, considerado en forma global.

En la reunión de los representantes de Estados participantes en la Convención realizada en Hobart-Australia en septiembre de 1984, un grupo de expertos determinó que no existía información sobre el impacto de la pesca de krill en el tamaño de la biomasa. Sin embargo se recomendó crear un sistema de observación e inspección de las flotas pesqueras de krill y peces antárticos.

Por Ley 25.263 promulgada parcialmente el 15 de junio de 2000, el Congreso Nacional sancionó el Régimen de Recolección de Recursos Vivos Marinos en el área de aplicación de la CCRVMA, como asimismo su jurisdicción y ámbito de aplicación, funciones del Consejo Federal Pesquero, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación y de la Prefectura Naval Argentina. También crea un Fondo para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, establece los límites de captura y determina la obligatoriedad de instalar equipos para el seguimiento satelital para todo buque de pabellón nacional que solicite autorización para ingresar en el área de la CCRVMA. Por último, establece un régimen de sanciones de acuerdo con las características del buque, la gravedad del ilícito y los antecedentes del infractor.

### Biología del krill antártico

La distribución, el desarrollo y otros aspectos de la biología de los eufáusidos fueron es-

tudiados por varios investigadores. Se caracterizan por un desarrollo largo y complicado durante el cual pasan por varios estados, viviendo en cada uno de ellos en una determinada profundidad y formando en conjunto una parte del macroplancton oceánico.

En las aguas antárticas la especie de mayor importancia en la bioeconomía del mar es el krill. En su desarrollo atraviesa cuatro estados.

Las hembras con huevos aparecen en el mes de noviembre. El desove ocurre generalmente durante los meses de enero y marzo. Es importante conocer que la estimación de la fecundidad no sólo determina el número total de huevos producidos, sino también el número de desoves durante los cuales los huevos son derramados. El número de huevos es variable según el tamaño y edad del individuo; se calcula entre 500 y 8.000 huevos por desove. Éste sucede unas nueve a diez veces por temporada. El desove puede ocurrir en un amplio rango de profundidades. Los huevos entonces se hunden y su ruptura se produce a una profundidad que aún no ha sido determinada exactamente, pudiendo llegar a suceder entre 800 y 2.500 metros, dependiendo de la profundidad y densidad del agua.

De los huevos nacen las larvas que llevan una vida pelágica como integrantes del plancton. A partir de este estado inicial, las larvas sufren una serie de transformaciones antes de alcanzar los caracteres de adulto. La alimentación comienza en la próxima etapa larval y ocurre cerca de la superficie, predominantemente a profundidades entre 30 y 100 metros, aproximadamente 30 días después del desove.

Estudios de laboratorio han mostrado que el krill requiere más de un año para pasar del estado juvenil —no posee características sexuales externas— al estado de adultez. El krill llega a la madurez sexual cuando su talla alcanza entre 4 y 5 cm y una edad de dos años. El período total de desarrollo desde el huevo hasta el estado adulto es de unos 22 meses para los machos y 25 meses para las hembras. Siegel (1986) calculó que el krill alcanza una talla de 6 cm después de aproximadamente 5 años de vida.

La importancia del krill en la bioeconomía del mar se debe a su alimentación, a la formación de enormes concentraciones de individuos y a su contribución a la alimentación de otros organismos, principalmente vertebrados. Se ha comprobado que existe una relación estrecha entre el desarrollo de los eufáusidos y la abundancia de fitoplancton. El largo promedio de estos crustáceos aumenta rápidamente en los meses de octubre y noviembre, alcanzando su máximo en febrero y marzo, mientras que en los demás meses que corresponden al invierno austral, cuando la densidad del fitoplancton experimenta una merma pronunciada, el crecimiento del krill se mantiene casi estacionario.

Todos los crustáceos del grupo de los eufáusidos se caracterizan por su costumbre de concentrarse en gran número, formando densas poblaciones. Se han reportado agrupamientos de varios kilómetros de longitud y 100/200 metros de espesor. Algunas hipótesis explican la razón de ser de estas concentraciones. Unos investigadores admitieron que ellas se forman mientras buscan su alimento, es decir que la alimentación sería el factor que da origen a su concentración. Otros sostuvieron que se congregan durante la época de la reproducción. También se piensa que está relacionada con la persecución de la cual son objeto por parte de sus predadores.

Analizadas estas hipótesis, se admitió a su vez que las concentraciones de los eufáusidos serían una consecuencia de ciertas condiciones hidrográficas, entre las cuales se mencionan las corrientes marinas. Éstas intervienen como vehículo que transporta estos organismos con los demás integrantes del plancton hacia otras áreas, hasta que se interponen barreras naturales, una de las cuales es la convergencia antártica. Ella rompe la uniformidad en la distribución de las masas de agua y constituye una barrera hidrológica que obliga a los crustáceos a concentrarse en las aguas de las Islas Georgias del Sur.

No cabe duda que esta gran concentración de krill desempeña un papel importante en la bioeconomía del mar, ya que atrae a muchos otros animales que encuentran allí su alimento en cantidad adecuada. Se comprende así que los eufáusidos y, como ellos, todos los organismos que representan eslabones intermedios en la transferencia de energía química potencial, sirven como alimento no sólo a una especie del eslabón siguiente, sino a muchas especies. Para la ballena azul constituye el alimento preferido y casi exclusivo; para otras, un alimento preferido pero no exclusivo y para algunas especies sólo un alimento ocasional.

La concentración también tiene importantes implicancias para estimar su abundancia y biomasa, ya sea por medio de investigaciones acústicas o de datos de capturas. Algunos autores estiman que el krill puede nadar rápidamente en agrupamientos a velocidades de 20 cm por segundo por distancias considerables. Los eufáusidos en esos agrupamientos mantienen comunicación por señales generadas por la onda de los animales que están arriba o adelante. Esto facilita el nado coordinado durante la noche.

Cuando un banco de krill es localizado por un predador, estudiosos del tema admiten que la forma más efectiva de escapar puede ser confundir al predador o reducir la densidad del agrupamiento. Como última alternativa, el krill individual responde cuando es atacado directamente, produciendo un fuerte golpeteo de cola que es repetido generalmente muchas veces, resultando una ruptura total del banco en un cortísimo tiempo (10 segundos). En este caso se produce el escape de individuos que es balanceado contra una pérdida de la integridad de la concentración. Es evidente que el agrupamiento del krill no sólo aumenta la capacidad de supervivencia de la especie incrementando el tamaño del grupo, sino también mejora su capacidad de respuesta de una manera concertada. Los beneficios de tales acciones para evitar y escapar de los predadores es obvia.

Algunos biólogos sostienen que el krill tiene su hábitat en la columna de 100 metros de la superficie y más frecuentemente en los primeros 100 metros, pudiendo llegar a una profundidad máxima de 1.500 metros. Los relevamientos acústicos muestran que la mayor proporción de la biomasa se concentra por encima de los 150 metros, en aguas superficiales bien oxigenadas debido a su gran demanda individual de oxígeno. La mayor cantidad de krill detectado se observó que migra desde cerca de la superficie por la noche a grandes profundidades durante el día. Esto se debe a las condiciones favorables para su alimentación. También se ha notado que el krill adulto tiende a congregarse a mayores profundidades que los juveniles. En los meses invernales, la mayor parte de las especies planctónicas abandonan las aguas superficiales, que fueran su hábitat durante el verano, y migran hacia aguas profundas.

Los intentos para determinar la biomasa del krill en ciertas áreas se han llevado a cabo principalmente por investigaciones acústicas y de red; también estimaciones visuales, fotografía aérea y muestreo continuo con bombeo de peces. La mayoría de estos métodos no parecen ser lo suficientemente adecuados para estimar su biomasa en grandes áreas.

La densidad calculada por redes de plancton tienen escaso valor en la estimación de la abundancia global del krill. Sin embargo las redes poseen sobre los procedimientos acústicos dos ventajas:

1. Son capaces de obtener muestreo de krill en una amplia escala vertical, desde la superficie hacia grandes profundidades, donde habitan las especies.
2. Son capaces de muestrear individuos en concentraciones muy pequeñas, que no pueden ser detectadas acústicamente bajo ciertas condiciones.

A pesar de las dificultades planteadas, las investigaciones acústicas parecen ofrecer el mayor potencial para mejorar los actuales conocimientos sobre la biomasa de krill. El pro-

blema que se presenta para detectarlo durante los primeros 10 metros, en principio, puede ser resuelto utilizando transductores remolcados que pueden arriarse e izarse. Independientemente de los avances tecnológicos y metodológicos, no hay dudas que el problema de estimar acústicamente (o por otros medios) la abundancia de krill en la zona circumpolar con suficiente exactitud, que sea de utilidad con el propósito del manejo de la población, llevará muchos años y mucho tiempo de operaciones para resolverlo.

La producción, por lo general, se define como la cantidad total de energía fijada o metabolizada por un organismo o por una comunidad animal. Es una función dinámica que raramente puede ser medida en forma directa. La producción actual de krill puede requerir el conocimiento de su biomasa, debiendo ser estudiada al comienzo y al final de un determinado período de tiempo. Esto da como resultado una producción por unidad de tiempo, el cual se balancea contra pérdidas que resultan del catabolismo, mortalidad y emigración.

La mortalidad tiene dos significados: la inducida, que es la producida por los predadores y juega un rol prominente en el caso del krill, y la natural o verdadera, como resultado de la edad del individuo, decrece en las etapas tempranas de vida y aumenta después de la edad media. La producción anual de krill ha sido estimada en el orden de varios cientos de millones de toneladas, calculada en base a las cantidades consumidas por sus predadores. Históricamente la producción de krill fue calculada relacionándola con la producción primaria (fitoplancton); según este criterio, fue estimada entre 75 y 700 millones de toneladas.

Para determinar la producción anual con cierta exactitud será necesario incrementar los conocimientos de la biología básica del krill, su razón de crecimiento, longevidad, edad de maduración sexual e información de la dinámica y funcionamiento del ecosistema marino antártico. Por ahora no es posible construir un modelo global debido a los siguientes factores:

- Inaccesibilidad para estimar el ecosistema durante una parte del año.
- Falta de conocimientos básicos de los aspectos claves de su biología.
- Interacción con otras especies.
- Rol que tiene el krill en el ecosistema antártico.

En la Figura 3 se muestra la cadena alimentaria de la Antártida, donde se verifica que el krill es la principal fuente de alimentos de ballenas, focas, aves, pingüinos, peces y calamares. Antes del exterminio de los cetáceos debido a su irracional explotación, las ballenas consumían originariamente más de 100 millones de toneladas por año. Las últimas estadísticas conocidas la estiman entre 34 y 43 millones de toneladas.

Las focas cangrejeras probablemente consumen la mayor proporción del total de krill que consumen las focas. El censo de la población de focas cangrejeras y leopardo indican que su número se duplicó, como asimismo se incrementó sustancialmente la cantidad de focas peleteras. Esto corrobora el aumento del consumo de krill por parte de estos pinnípedos, que se calcula entre 64 y 130 millones de toneladas.

En un estudio sobre la alimentación de 22 especies de pájaros en el mar de Scotia se estimó que consumen cerca de 11 millones de toneladas anuales de krill. Aunque estos datos corresponden a una determinada región de la Antártida, en el contexto total sirve para indicar que los pájaros marinos son responsables de un significativo consumo. También se estimó que el pingüino Adelia consume más del 80% de los eufáusidos que sirven de alimento a los pájaros marinos en el Continente Antártico. Un consumo entre 20 y 25 millones de toneladas parece una razonable y conservadora estimación de la cantidad total de krill por parte de los pájaros marinos.

Si bien se considera que los peces pelágicos pueden ingerir significativas cantidades de

krill, se ha producido una sustancial reducción en su consumo debido a la gran explotación de peces antárticos en años recientes. Varios autores consideran que una cifra adecuada está entre 10/20 millones de toneladas anuales. El calamar es una especie que tiene una vida relativamente corta y exhibe un rápido crecimiento, lo que indica que su eficiencia ecológica es probablemente muy alta. Cuando se lo compara con el consumo estimado de otros predadores, es obvio que el consumo de krill por parte del calamar es potencialmente importante y no puede ser ignorado. Se estima que puede ser superior a los 30/50 millones de toneladas.

En consecuencia, el consumo anual total de krill por parte de los mayores predadores se calcula entre 200 y 250 millones de toneladas. A pesar de las deficiencias en la obtención de datos, está claro que todos estos predadores parecen tener un apreciable impacto en la producción de krill.

### **Capturas, procesamiento y comercialización del krill antártico**

Como en el caso de la pesca convencional, las operaciones comerciales para pescar krill se llevan a cabo en las áreas de concentración. Las técnicas para su captura son similares a las utilizadas para peces pelágicos. A igual que otras especies que habitan en aguas poco profundas, tienen lugar migraciones verticales de ritmo diario y estacional de considerable amplitud. Por la noche el krill se desplaza hacia la superficie; durante el día se mueve hacia aguas más profundas.

Entre los variados tipos de artes de pesca probados a lo largo de los años, los más efectivos fueron los equipos de arrastre de poca profundidad diseñados especialmente para este propósito, dependiendo del tipo de concentración, ya sea de alta densidad o dispersa. La baja profundidad del arrastre requiere el uso de un remolque corto que debido a la baja velocidad (2 a 3 nudos) hace dificultosa la apertura horizontal de la red. Paralelamente a la mejora de los diseños de redes de arrastre, se busca aumentar la solidez del equipo y reducir la resistencia al avance. Un sistema de arrastre para capturar krill consiste en dos redes arrastradas en paralelo; se ha demostrado que así es posible reducir el consumo de energía y aumentar el volumen de capturas.

Debido a que el krill se caracteriza por su baja resistencia al daño mecánico, no conviene remolques prolongados porque sufre mucho deterioro cuando la captura es izada a bordo. La extensa duración del lance también produce una pérdida en el peso de la captura. Los esfuerzos deben concentrarse en planear las capturas en ciclos diurnos, de tal modo que su peso no exceda las 10 toneladas y el procesamiento debe llevarse a cabo ininterrumpidamente. El método que utiliza una bomba hidráulica para vaciar la red elimina la presión y deterioro de la captura a bordo y reduce el trabajo.

Un equipo hidroacústico apropiado es necesario al planificar los lances diurnos. Esto no sólo permite localizar las concentraciones de krill y determinar su cantidad, sino que también le permite al operador distinguir la presencia de otros organismos acompañantes. En la práctica, la planificación y control de las capturas diarias acorde con los requerimientos de la planta de procesamiento no siempre es posible; esto es causado por las diferencias en los rendimientos de las capturas diurnas y nocturnas. La experiencia con buques arrastreros factoría polacos muestra que el 70/80% del krill es capturado durante las horas diurnas, aunque cuando las concentraciones se encuentran dispersas, las diferencias entre las capturas diurnas y nocturnas son mucho menores.

El hielo es el principal obstáculo para las operaciones de pesca en la Antártida. Es el que determina la duración de las temporadas de pesca, que en promedio se extiende desde mediados de noviembre hasta mediados de junio. Se podría extender aún más cuando las condiciones del tiempo son favorables.

Cuadro N° 1

**CAPTURAS DE KRILL ANTÁRTICO POR PAÍSES - PERÍODO 1990-2000 (En tns)**

PERÍODO	1990 1991	1991 1992	1992 1993	1993 1994	1994 1995	1995 1996	1996 1997	1997 1998	1998 1999	1999 2000	1990 2000
PAÍS											
JAPÓN	67.582	74.325	59.272	62.322	60.303	60.546	58.798	63.233	71.318	67.193	644.892
UNIÓN SOVIÉTICA (*)	275.495										275.495
RUSIA		151.725	4.249	965							156.939
UCRANIA		61.719	6.083	8.852	48.886	20.056	4.246		5.694	985	156.521
POLONIA	9.571	8.607	15.911	7.915	9.384	20.610	19.156	15.386	18.554	20.721	145.815
CHILE	3.679	6.066	3.261	3.834							16.840
COREA	1.211	519						1.621	1.228	5.444	10.023
URUGUAY										9.921	9.921
ARGENTINA									6.524		6.524
REINO UNIDO							308	634			942
PANAMÁ					141	496					637
LETONIA			71								71
INDIA						6					6
SUDÁFRICA				3							3
<b>TOTALES</b>	<b>357.538</b>	<b>302.961</b>	<b>88.847</b>	<b>83.891</b>	<b>118.714</b>	<b>101.714</b>	<b>82.508</b>	<b>80.874</b>	<b>103.318</b>	<b>104.264</b>	<b>1.424.630</b>

(\*) Aunque la fecha oficial de la disolución de la URSS fue el 1° de enero de 1992, las estadísticas de Rusia y Ucrania para el año 1991/1992 se han recopilado separadamente para facilitar la comparación.

La determinación del total de capturas de krill disponibles en la Antártida es tan controvertida como su biomasa. Los trabajos de algunos expertos del proyecto BIOMASS han establecido que una captura del 10% de su biomasa no producirá disturbios en el balance ecológico del Continente. Otros científicos piensan que la captura disponible puede alcanzar el 2/5% de la cantidad de krill que consumen las ballenas. Las diferencias en las estimaciones de krill persistirán en el futuro. Sin embargo aun los juicios más conservadores justifican el interés de este crustáceo como una importante fuente de proteínas de origen marino.

El resultado de las capturas de un buque durante una campaña está basado en lo que se pesca diariamente. En muchas publicaciones la captura diaria ha sido determinada sobre la base de lo prácticamente logrado en toneladas por hora. Esto ha conducido a suponer un promedio diario en toda la temporada de 100/150 toneladas. Algunos promedios de capturas diarias fueron a veces tan grandes que debieron interrumpirse porque los tanques y las cubiertas estaban saturadas de krill. Sin embargo tales rendimientos fueron infrecuentes y atípicos.

El año emergente antártico se inicia el 1° de julio y finaliza el 30 de junio del año siguiente. Por eso las temporadas de pesca en la Antártida están referidas a estas fechas.

En la década del 80 se capturó en el Continente Antártico un promedio anual de 350.000 toneladas de krill, correspondiendo 287.500 tn (82,4%) a la URSS y 54.650 tn (15,7%) a Japón. El año 1982 fue el de mejor resultado y se pescaron 530.000 toneladas.

En el Cuadro N° 1 están representadas las capturas de krill por países en la Antártida durante la década 1990-2000. En él se verifica la importante caída que tuvo la actividad a

partir de 1992, donde las capturas totales anuales raramente superaron las 100.000 toneladas. Una de las causas ha sido la disolución de la URSS concretada el 1° de enero de 1992. Por el contrario, las capturas logradas por Japón se han mantenido en el orden de las 65.000 toneladas anuales. Por otro lado, la pesquería del krill está relacionada con la demanda de los mercados y la disminución de las capturas puede atribuirse a una baja en la demanda mundial por los problemas ya enunciados.

El esfuerzo de pesca para el krill se expresa por el número de días de pesca y el número de horas que el aparejo de arrastre estuvo en el agua pescando. Según las estadísticas del quinquenio 1995-2000 (Cuadro N° 2), los meses de mayor esfuerzo de pesca sobre el krill fueron de enero a julio, correspondiendo a los meses de abril y mayo los mayores registros promedios del quinquenio, con 1.425 horas y 1.790 horas/año respectivamente.

En cambio, si se tiene en cuenta comparar el esfuerzo de pesca realizado con la captura obtenida, el mes de julio fue el de mejor rendimiento en el último quinquenio, con un promedio anual de 926 horas de pesca y 15.263 tn de captura. Este rendimiento significa haber logrado de promedio para el mes de julio, 16,5 tn de krill por hora, cuando el rendimiento anual promedio del quinquenio fue de 9 tn por hora de pesca. Esto tiene una explicación: en los últimos años los arrastreros japoneses que actualmente capturan el 65% del krill antártico han extendido la temporada de pesca a las estaciones de otoño e invierno a fin de evitar la captura de krill verde que predomina durante el verano.

En el Cuadro N° 3 se muestra la actividad de pesca en la Antártida según los registros obtenidos en las diferentes áreas establecidas por la Convención. Se aprecia que prácticamente las únicas capturas estuvieron concentradas en las Áreas 48.1 (Peninsular), 48.3 (Georgias del Sur) y 48.2 (Orcadas del Sur), con un promedio anual de 94.322 toneladas de krill en el quinquenio 1995-2000. Al Área 48.1, que rodea la Península Antártica, le correspondió el 58% del total capturado. Las tres áreas mencionadas concentraron el 99.8% del krill capturado en el Continente Antártico durante el quinquenio analizado.

Esto representa una singular ventaja para nuestro país por estar situadas estas tres áreas en las adyacencias de la Península Antártica y, por ende, muy cercanas al territorio nacional, aspecto que le otorga una posición de privilegio para una futura y hoy demorada explotación del krill por parte de los empresarios argentinos.

La experiencia obtenida a través de los buques dedicados a la pesca de krill indica que no son las capacidades de captura las que determinan el estado actual y las prospecciones para intensificar la explotación del crustáceo, sino problemas relacionados con el procesamiento y la comercialización en los mercados.

Con la excepción del mercado asiático, las perspectivas para la comercialización del krill congelado o precocido y congelado no son muy promisorias. Sin embargo tales productos han sido comercializados en la URSS como alimento de animales. La mayor parte del krill explotado por los arrastreros japoneses en la Antártida se utiliza en la industria piscícola y como carnada en la pesca deportiva; una pequeña proporción de la captura se la utiliza para el consumo humano.

En la URSS, Polonia, RFA y Corea del Sur el interés se concentró en el picadillo de carne (mince) y pasta coagulada. Esta pasta fue el primer producto alimenticio en aparecer en

Cuadro N° 2

**CAPTURAS DE KRILL ANTÁRTICO POR SUBÁREAS - (En tns)**

SUBÁREAS	1995 1996	1996 1997	1997 1998	1998 1999	1999 2000	1995 2000
41.32			74		4	78
48					985	985
48.1	62.384	51.285	49.837	38.897	69.954	272.357
48.2	2.734	99	6.673	50.279	28.649	88.434
48.3	36.590	31.124	24.291	14.143	4.671	110.819
58.44	6					6
TOTAL ANUAL	101.714	82.508	80.875	103.319	104.263	472.679

Cuadro N° 3

**KRILL: ESFUERZOS (horas de pesca), CAPTURAS (tns) y RENDIMIENTOS (tns/Hs)**  
**PERÍODO: 1995 - 2000**

MES		1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	1995 - 2000	tns/Hs
Julio	Hs.	776	888	831	993	1.141	4.629	16.5
	Tns.	24.937	11.619	11.356	15.871	12.533	76.316	
Agosto	Hs.	215	398	17	486	218	1.334	4.8
	Tns.	926	2.139	24	2.216	1.052	6.357	
Septiembre	Hs.	197	570	140	413	393	1.713	4.0
	Tns.	345	2.427	277	862	2.944	6.855	
Octubre	Hs.	296	596	120	382	365	1.759	3.6
	Tns.	973	1.630	119	2.127	1.461	6.310	
Noviembre	Hs.	962	542	59	46	991	2.600	2.0
	Tns.	2.167	975	159	82	1.768	5.151	
Diciembre	Hs.	677	653	475	164	64	2.033	5.8
	Tns.	4.252	2.624	2.790	1.496	658	11.820	
Enero	Hs.	342	867	616	668	515	3.008	7.0
	Tns.	4.004	4.062	3.856	4.582	4.540	21.044	
Febrero	Hs.	1.271	1.265	1.213	1.028	1.290	6.067	8.3
	Tns.	10.111	9.468	7.722	9.471	13.663	50.435	
Marzo	Hs.	1.628	1.305	1.343	1.134	1.081	6.491	6.7
	Tns.	10.843	7.603	7.683	9.348	8.196	43.673	
Abril	Hs.	1.788	1.552	1.043	1.591	1.150	7.124	8.8
	Tns.	11.438	10.176	12.742	14.669	13.601	62.626	
Mayo	Hs.	1.770	2.033	1.514	1.710	1.930	8.957	10.0
	Tns.	15.460	12.802	15.392	22.923	23.258	89.935	
Junio	Hs.	1.504	1.563	1.176	1.447	1.333	7.023	13.1
	Tns.	16.257	16.983	18.756	19.672	20.591	92.259	
Hs. 1995 - 2000		11.426	12.232	8.547	10.062	10.471	52.738	9.0
Tns. 1995 - 2000		101.713	82.508	80.876	103.319	104.265	472.681	

el mercado de la URSS y otros países, denominada Ocean. El proceso consistía en exprimir el krill por medio de una prensa a tornillo, coagulación térmica del jugo de proteínas, separación de la proteína coagulada del líquido, enfriamiento de la pasta, congelado y envasado. Aunque el proceso parecía simple, el producto tenía una gran cantidad de desperdicios debido al pobre conocimiento de las propiedades de la materia prima y los defectos de la tecnología. Además la pasta fue producida de krill alimentado con plancton verde, lo que causó una decoloración del producto de verde a gris y un olor desagradable. Para mejorar la calidad de esta pasta coagulada se debe utilizar materia prima que provenga de lances que no superen las 10 toneladas y haya sido procesada dentro de las dos horas de captura. El producto resultante es rosado y tiene una consistencia firme. También posee la característica de intenso sabor y olor a marisco. La pasta coagulada que se produce con materia prima de inferior calidad, almacenada por más de dos horas, huele a harina de pescado.

En 1979, los estudios realizados tuvieron un impacto considerable respecto del uso de krill para consumo humano y alimento para animales. Se determinó el contenido de flúor, estableciendo que en cualquier forma, aun pelado, no cumplía con los requerimientos para consumo humano. Numerosas publicaciones confirmaron posteriormente el porcentaje elevado de flúor en el krill. Se comprobó que el flúor migra del caparazón al músculo aun estando congelado. Bajando la temperatura a  $-40^{\circ}\text{C}$  se detiene este proceso. Separando los líquidos del cuerpo, la migración del flúor durante el almacenamiento congelado puede ser reducido. En forma similar, hirviendo la materia prima se detiene la migración. La certeza de que más del 90% de flúor está contenido en el caparazón quitinoso giró las investigaciones tecnológicas.

Una técnica para la producción de alimento con un bajo contenido de caparazón fue desarrollado para obtener carne separada por el método de rodillos. Consiste en arrojar el krill en la ranura formada por dos rodillos girando. La fricción separa el músculo del caparazón, el que con la cabeza e intestino es removido a través de la ranura como desperdicio. La carne queda libre al final de los rodillos, cuya superficie es de acero pulido y debe ser rociada con agua durante el proceso. El número de rodillos en un panel varía de 10 a 30; los paneles están montados en filas y su número es de 3/4. Esta técnica produce 350/500 kilogramos por hora y el rendimiento de carne es del 10/25%, dependiendo del tamaño del krill, de su frescura y de las características técnicas de los peladores (rodillos y paneles).

Otro método de pelado del krill es por rozamiento o trituración, utilizado en Japón, URSS y Polonia. En los países de la ex URSS el producto se obtiene por el rozamiento del krill congelado, previamente hervido, contra las paredes rugosas de la máquina. Un sistema similar usó Polonia. El frotamiento de la cáscara previamente congelada se llevó a cabo en discos rotando y paredes perforadas de la envoltura de la máquina. Lanzados por la fuerza centrífuga de los discos hacia las paredes, la carne de krill se va hacia abajo y la cáscara es removida por un sistema de gases. Produce 500 kilogramos de materia prima por hora y el rendimiento es del 18/25%. La desventaja de este método reside en que el rozamiento, la separación de la carne y el envasado debe hacerse a una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ .

El procesamiento del krill con el intestino y su contenido acumulado de fitoplancton puede causar un deterioro en la calidad del producto y puede llevar a su descalificación. La remoción del intestino es necesario y ello puede ser llevado a cabo por acción centrífuga o mediante presión. Removido, el contenido graso y la actividad enzimática se reducen considerablemente.

Según especialistas de varios países, el producto de mayor valor alimenticio del krill es la carne de cola entera, aunque es el más difícil de obtener. La carne es cristalina y ligeramente rosada. Tiene un buen aroma, textura esponjosa y sabor suave a marisco. Después de lavado en agua dulce, mantiene un suave salado. Su composición aminoácida es muy bien balanceada. Debido a su bajo nivel de lípidos, el producto puede ser almacenado a una temperatura de  $-25^{\circ}\text{C}$  durante 12 meses. Las proteínas de la carne de cola conservan sus propiedades funcionales después del congelamiento, por lo tanto puede ser usada en una variedad de productos de alta calidad.

Existe una gran disparidad entre los compromisos de varias compañías pesqueras que investigan la extracción y el procesamiento del krill y las actividades de empresas que apuntan a su comercialización. Esta disparidad es especialmente importante si se mide en términos de capital invertido en el desarrollo del producto. Mientras los primeros han gastado millones de dólares en investigación básica y aplicada, los segundos no parece que hayan arriesgado tanto. En consecuencia la investigación en procesamiento y comercialización completa, sistemática e imparcial aún debe ser llevada a cabo y debería cubrir los siguientes aspectos:

- Prospección real para los nuevos productos.
- Tipos de procesamiento y cantidad y forma para productos terminados.
- Diseño de envases y etiquetas.
- Actitudes y respuestas de los consumidores a las pruebas de los productos.
- Localización de los centros consumidores.
- Alcance y costo de la promoción y propaganda requerida.
- Búsqueda y selección de los mejores canales de distribución.
- Precios logrados por estos productos.

Una conclusión muy importante deberá clarificarse tan rápido como sea posible en el cur-

so de las investigaciones: si la carne pura de krill debe tratarse como un nuevo producto o como un sustituto del camarón, o quizá debe ser considerada como un muy pequeño tipo de camarón, de acuerdo con el criterio del mercado.

En la actual etapa de la investigación sobre su utilización, los precios y la demanda continúan siendo el problema más complicado. Los niveles de precios deben determinarse por la oferta y demanda basados en producción intensiva. Sin embargo los productos de krill todavía no han ingresado en la mayoría de los mercados y no existe un número de transacciones internacionales para poder determinar los precios. Aun se desconoce qué productos alimenticios manufacturados serán demandados por los mercados a precios que le brindarán beneficios al productor.

Con respecto a la pasta de krill, el resultado es paradójicamente simple y complejo a la vez. Su simplicidad radica en el método de anticipación de precios que deben esperarse, que estarán determinados por los precios de los productos competitivos, tales como pasta de pescados elaborados de especies conocidas (tipo kanikama). La dificultad radica en la necesidad de proveer estos productos a precios competitivos; la producción de pasta de krill en arrastreros factorías es mucho más costosa que la producción de pasta de pescado en plantas terrestres.

El investigador de la FAO Grantham fue probablemente el primero que pensó que la carne pura de krill podría ser comparada con la de camarón. Sin embargo, él consideró improbable que el precio de carne de krill pudiera ser superior que el 70% del precio para el camarón pequeño. Otros investigadores pensaron que el precio de carne de krill obtenido por trituración o pelado por rodillos estaría en el orden de los U\$S 2.500 por tonelada, precio parecido al del camarón de grado más bajo.

Durante la década del 90 el esperado aumento de las capturas de krill no sucedió, lo cual pudo deberse al hecho de que sus productos no resultaron económicamente viables. Para poder desarrollar operaciones de pesca comercial, deben cumplirse dos condiciones básicas:

1. La carne de krill deberá ser aceptada en los mercados como un análogo o sustituto del camarón pequeño.
2. El costo de las operaciones de captura y procesamiento no debe exceder los precios de mercado del camarón pequeño.

Existen serias resistencias económicas para el desarrollo de la producción de krill a gran escala apuntada al suministro de productos de proteínas altamente procesadas para los países desarrollados. La opción de explotación que se ha delineado requiere un volumen relativamente pequeño de capturas para no causar disturbios en el ecosistema antártico, siendo ésta una consideración especialmente importante para aliviar la aún controvertida cuestión de la biomasa estimada del krill y el tamaño de la captura total permitida.

Es dudoso que el alimento de krill pueda jugar un rol principal en el comercio de alimento pesquero mundial durante la próxima década.

De todas maneras, en las aguas antárticas, muy próximas a nuestro territorio, existe la certeza de un enorme potencial representado por un pequeño crustáceo denominado krill, destinado a constituirse en un futuro no muy lejano en un formidable recurso proteico al alcance de una humanidad de más de 6.000 millones de seres, de los cuales la mitad padece hambre y desnutrición y varias decenas de millones mueren anualmente por falta de proteínas.

Si bien el argentino habita un territorio con abundancia de alimentos y con una gran variedad de peces en su plataforma continental, es inadmisibles la alarmante inacción por

#### Bibliografía

- La Economía del Mar  
Z. POPOVICI - V. ANGELESCU
- Recursos Renovables Antárticos  
E. R. MARSCHOFF
- Introducción a la Geopolítica  
Antártica - J. A. FRAGA - 1979
- Antártida Pasado Presente...  
¿Futuro?  
A. E. QUEVEDO PAIVA
- Antártida Argentina  
Dirección Nacional del Antártico
- Antártida Argentina - Su geografía física y humana  
J. C. M. BELTRAMINO - 1980
- Informe de la XVIII Reunión de la Comisión (CCAMLR)  
Hobart, Australia,  
octubre 1999
- Biology and Ecology of the  
Antarctic Krill  
D. G. MILLER and I. HAMPTON
- Antarctic Issues - Atlas Polar  
Regions - Central Intelligence  
Agency - 1978
- Possibilities of Processing and  
Marketing of Products Made  
from Antarctic Krill  
FAO Fisheries
- Statistical Bulletin (1991-2000)  
(CCAMLR)
- The Living Resources of the  
Southern Ocean  
I. EVERSON - 1977

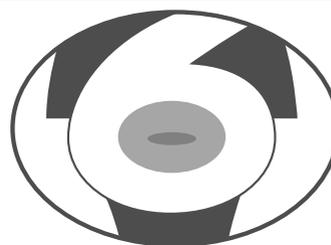
parte de las autoridades científicas de una nación que, siendo una de las primeras signatarias del Tratado Antártico, sólo haya realizado en 1981 la única campaña oceanográfica de investigación en aguas antárticas, realizada por un buque del INIDEP, organismo de investigación pesquera que dependía de la ex Secretaría de Intereses Marítimos, y se encontraba entonces bajo la dirección del CN(RE) Lic. Alberto Oscar Casellas. Han transcurrido más de 20 años y hasta la fecha no se ha hecho prácticamente nada.

Ésta deberá ser una de las tantas asignaturas pendientes que a la Argentina aún le queda por resolver, pensando que no sólo debe constituirse en el granero del mundo, sino en la gran proveedora de proteínas de origen marino para paliar la hambruna que ya padece la humanidad y que por el acelerado crecimiento de la población, se intensificará en un futuro no muy lejano, para convertirse en un tema de honda preocupación para todos los pueblos del universo. ■

#### Bibliografía

- La Economía del Mar - Z. POPOVICI - V. ANGELESCU
- Recursos Renovables Antárticos - E. R. MARSCHOFF
- Introducción a la Geopolítica - Antártica  
J. A. FRAGA - 1979
- Antártida Pasado Presente... ¿Futuro?  
A. E. QUEVEDO PAIVA
- Antártida Argentina  
Dirección Nacional del Antártico
- Antártida Argentina - Su geografía física y humana  
J. C. M. BELTRAMINO - 1980
- Informe de la XVIII Reunión de la Comisión (CCAMLR)  
Hobart, Australia - octubre 1999
- Biology and Ecology of the Antarctic Krill  
D. G. MILLER and I. HAMPTON
- Antarctic Issues - Atlas Polar Regions  
Central Intelligence Agency - 1978
- Possibilities of Processing and Marketing  
of Products Made from Antarctic Krill  
FAO Fisheries
- Statistical Bulletin (1991-2000) (CCAMLR)
- The Living Resources of the Southern Ocean  
I. EVERSON - 1977

## TERMINAL 6 SOCIEDAD ANÓNIMA



Hipólito Yrigoyen y Costa del Paraná, C.C. 60 - 2202 Puerto General San Martín (Santa Fe), Argentina  
Tel. 54 (3476) 438000 - Fax 54 (3476) 438046  
E-Mail: term6@terminal6.com.ar - <http://www.terminal6.com.ar>

## ArgenMedios / ArgenMedia

El más completo resumen  
de negocios, política y  
economía  
de la Argentina  
y el Mercosur,  
en español o inglés.

- Seleccionamos para usted, su empresa o institución, la información de más de 50 medios, fuentes privadas y oficiales.
- Los informes semanales se distribuyen por e-mail o pueden consultarse en nuestra página Web.
- Nuestros subscriptores son empresas, bancos y consultoras —nacionales, regionales e internacionales— institutos de investigación, estudios profesionales y las principales embajadas extranjeras en Buenos Aires.

**Consúltenos o solicite una demostración sin cargo.**

ArgenMedios SRL - Business Intelligence  
Tel. (54 11) 4432 2512 / 0094 - [argenmedios@fibertel.com.ar](mailto:argenmedios@fibertel.com.ar)  
[www.ArgenMedios.com.ar](http://www.ArgenMedios.com.ar)