

30220

EMM

ESTUDIO SOBRE EL DESARROLLO DE  
TECNOLOGIA PARA EL PROCESAMIENTO  
DEL KRILL ANTARTICO

0  
H.12242  
F 29  
I

Elda R. Fraile  
María E. Espeche



1- Introducción

2- Aspectos vinculados a la captura

- 2.1 Formación, tamaño y densidad de los enjambres de krill
- 2.2 Localización y detección del krill antártico
- 2.3 Métodos de captura

3- Composición bioquímica

- 3.1 Composición química aproximada
- 3.2 Proteínas
- 3.3 Lípidos
- 3.4 Vitaminas
- 3.5 Minerales
- 3.6 Contenido de fluoruros
- 3.7 Quitina
- 3.8 Enzimas

4- Procesamiento

- 4.1 Inestabilidad de la materia prima
- 4.2 Manipulación de la captura y preelaboración
- 4.3 Evisceración
- 4.4 Separación de la carne de colas enteras
- 4.5 Separación de la carne picada
- 4.6 Pastas de krill
- 4.7 Concentrados y aislados de proteínas de krill
- 4.8 Recuperación de subproductos
- 4.9 Harina de krill
- 4.10 Estabilización
- 4.11 Productos preparados con krill

5- Conclusiones

6- Bibliografía

## 1-INTRODUCCION

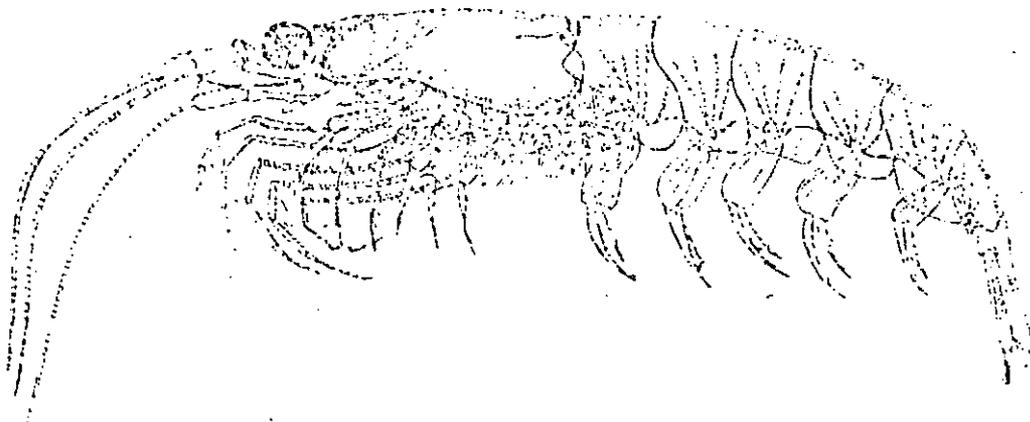
El krill antártico, es un pequeño crustáceo del género Euphausia. La especie más grande y abundante en la zona antártica es la Euphausia superba Dana a la que se considera generalmente sinónimo de krill antártico.

Durante los meses de verano se desplaza nadando en la zona superficial de las aguas formando grupos muy densos, de una extensión que, a menudo, alcanza varios centenares de metros y donde el krill llega a concentraciones de varios kilogramos por m<sup>3</sup> de agua (10-15 kg/m<sup>3</sup>) (Fischer W. (1974), por ello no asombran ya datos de velocidades de captura de 10 a 13 toneladas por hora (Grantham, G.J. 1979).

El krill representa el primer nivel trófico en las cadenas alimentarias del antártico, se alimenta de fitoplancton y zooplancton pequeño y es a su vez alimento de casi todos los animales de la zona: pingüinos, petreles, leones de mar, peces etc. constituyendo casi enteramente la dieta de las ballenas.

Semejante a un pequeño camarón, el krill adulto alcanza una longitud de 6 cm. y un peso de 1,2 g. aproximadamente, se puede apreciar su forma en la figura 1

Figura 1



La distribución geográfica del krill es circumpolar, al sur de la confluencia, habiéndose registrado grandes concentraciones en zonas próximas al sector antártico argentino, como puede verse en el mapa de localizaciones de krill de Marr.

La evaluación del volumen posible de captura anual maneja cifras muy variables que oscilan entre 40 y 1350 millones de toneladas anuales.

Los aspectos biológicos del krill fueron revisados entre otros por W.Fisher (1974); Tomo A.P. y Marschoff, E.R. (1976),

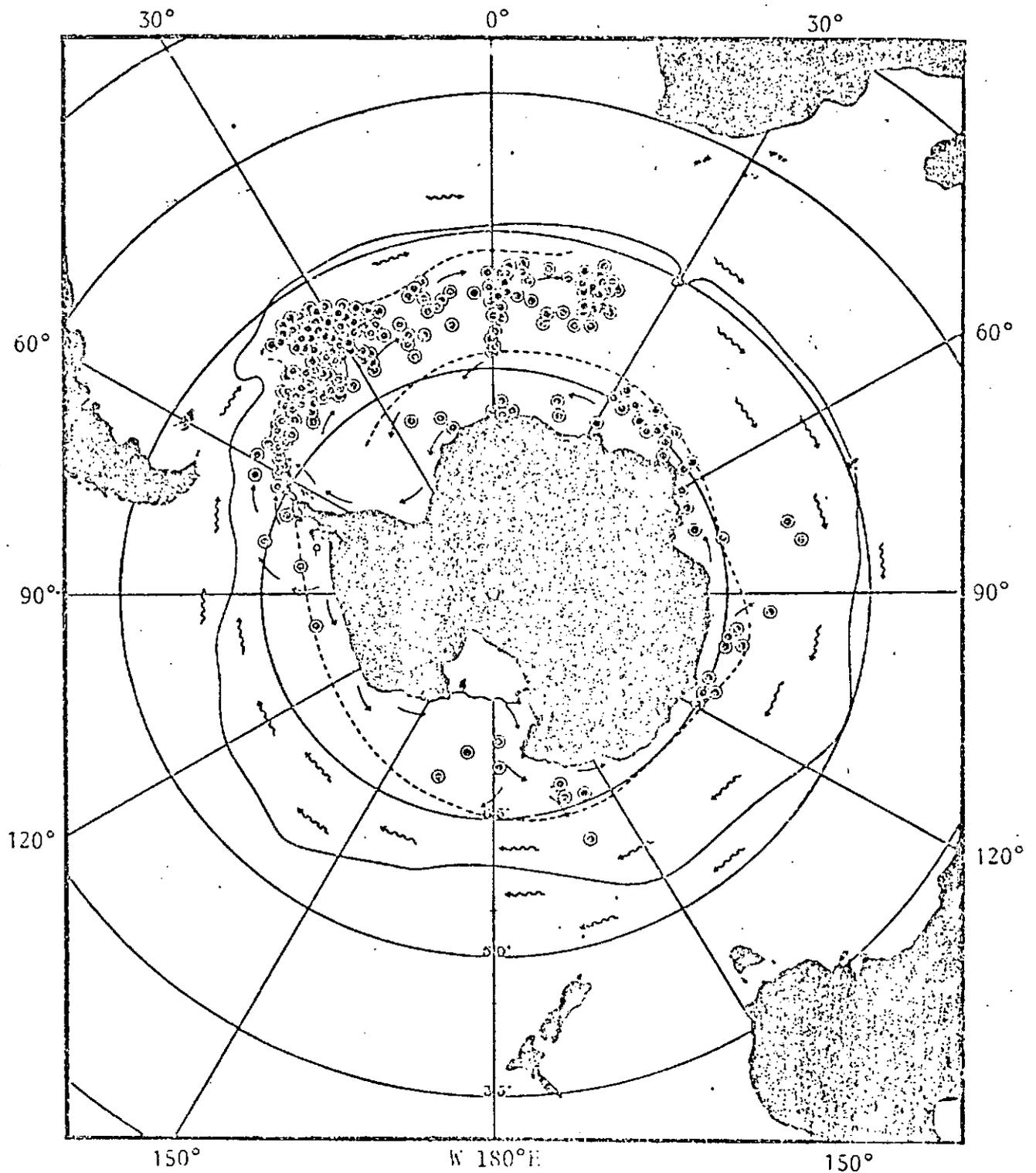


Fig. 2 - Principales concentraciones de *E. Superba*, según Marr, 1962.

Everson, I. (1979) a cuyas referencias nos remitimos.

La composición química del krill lo ha señalado como un recurso de gran interés. En efecto, las proteínas constituyen el 50% de su peso seco y responden en su composición a los requerimientos de FAO. La abundancia del krill en la zona y su característica de agruparse en enjambres despertó el interés por su captura y varios países realizan desde hace años pesca exploratoria del krill antártico. Entre ellos cabe destacar los trabajos de Rusia y Japón que explotan comercialmente el recurso y las campañas de Polonia, Alemania Occidental, Noruega y Chile. Según El-Sayed y Mc Whinnie (1979) se extraen actualmente entre 80.000 y 90.000 ton. de krill por año. El Instituto Antártico Argentino realiza estudios desde hace unos diez años.

Sin embargo son muchos los problemas vinculados a la explotación del recurso aún no superados.

Si bien puede considerarse que es posible pescar krill con velocidades de captura elevadas aún deben mejorarse los aparatos de detección de los enjambres de krill. Por otra parte el krill se deteriora rápidamente después de su captura y se trabaja en el desarrollo de la tecnología de almacenamiento entre la captura y el procesamiento.

El contenido de fluoruros, que si bien es inferior en el músculo que en la cubierta de quitina es más elevado que en otros animales marinos lo que obligará a profundizar los estudios y a desarrollar productos más sofisticados que los actuales para bajar el nivel de fluoruros en los mismos.

La respuesta de los mercados al krill y sus productos deberá ser mejor investigada ya que los precios que se alcancen justificarán los gastos de explotación.

Pero sin duda a medida que se avance en los trabajos exploratorios y de explotación se hará más necesario contar con puertos australes que sirvan de base a los barcos destinados a la captura y elaboración de productos derivados del krill antártico.

En el presente informe se analizarán algunos aspectos vinculados al nivel de desarrollo alcanzado por la tecnología de explotación del krill antártico a través de una revisión de la bibliografía internacional existente sobre el tema.

## 2-ASPECTOS VINCULADOS A LA CAPTURA

### 2.1- Formación de enjambres

Es conocida la característica que tiene E.superba de formar densas agregaciones y por el hecho de que sus individuos se concentran en enjambres se ha considerado con frecuencia este crustáceo como ideal para la explotación. Lo que no está claro, sin embargo, es la proporción de la población total de krill que está presente en los enjambres ni su densidad absoluta. El primer aspecto es esencial para la explotación del recurso, el segundo para una pesca racional.

El enjambre puede definirse como una densa agregación de individuos que se mueven armoniosamente y probablemente es el tipo de agregación que dará una fuerte señal a la ecsonda (I.Everson.1979).

La formación de enjambres es el resultado de un tipo de comportamiento social (todavía no identificado) que actúa en áreas de una elevada concentración media.

Marr (1962) concluyó que el número de ejemplares de krill que quedaba fuera de los enjambres era insignificante; otros autores no han sido tan categóricos. Según Pavlow (1969) cuando el fitoplancton es abundante, el krill pasa parte del día alimentándose en aguas superficiales hasta que se encuentra repleto en cuyo momento forma el enjambre y se hunde. En ocasiones ese ciclo ocurre dos veces en 24 horas. El krill adulto puede formar enjambres que alcanzan mayor profundidad que los formados por el krill adolescente.

Nakamura (1973) relacionó los diversos tipos de agregación del krill y su presencia y forma con la intensidad de la luz. Este es un aspecto cuyo estudio debe profundizarse.

### Tamaño de los enjambres

Se han hecho estimaciones del tamaño de los enjambres mediante observaciones visuales y análisis de los datos proporcionados por la ecsonda.

La figura 3 extraída de Tomo y Marschoff 1976 ilustra sobre las formas de los enjambres.

En el cuadro 1 se señala la composición de los enjambres de krill.

La característica del krill adulto a estar en los niveles más profundos parece ser bastante uniforme.

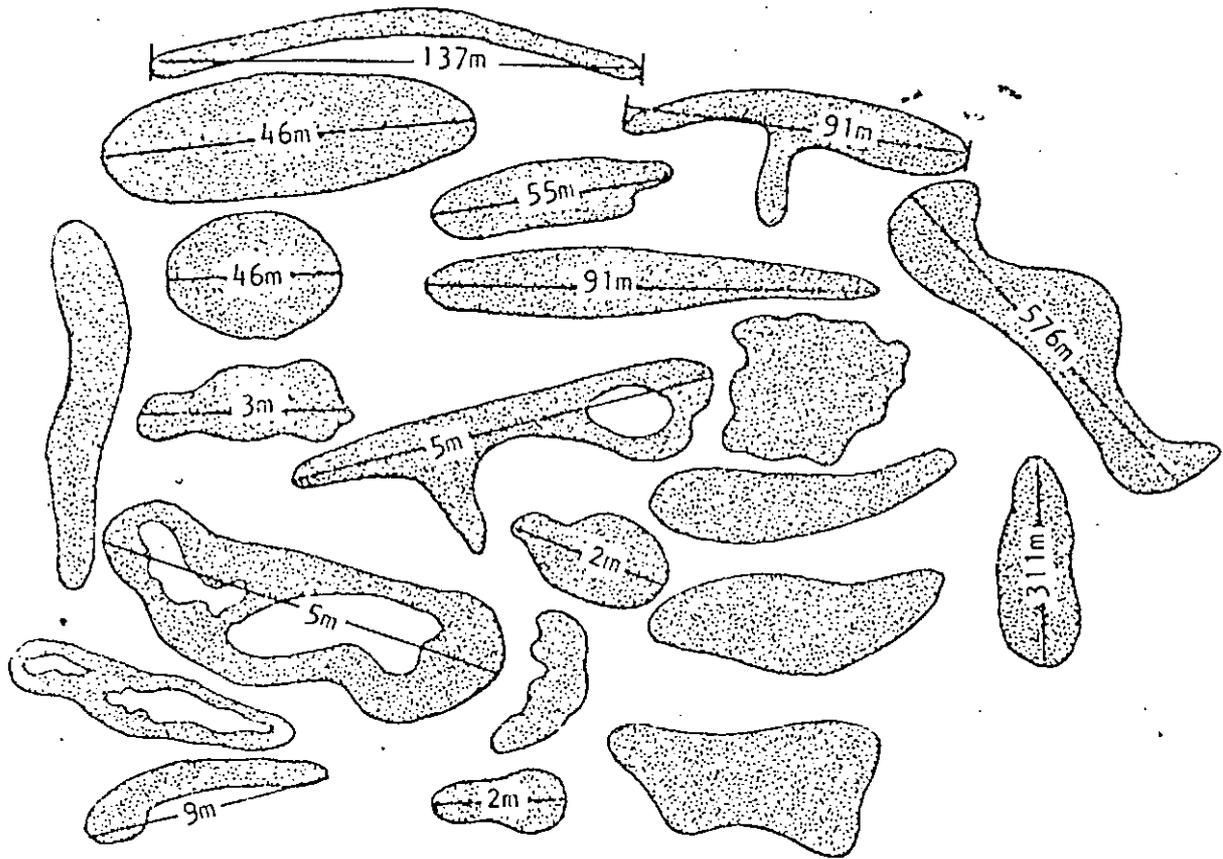


Fig. 3.- Esquemas de conglomerados de krill, tal como aparecen en superficie; el espaciado de los manchones no tiene relación con las distancias que se encuentran en la naturaleza. (Dr. E. R. Gunther, según Marr, 1962).

Cuadro 1

Información sobre la composición vertical de los enjambres de krill  
(Extraído de I. Everson (1979))

Lugar	Límites de profundidad (m) de la:		Composición y otras observaciones
	Capa Superior Día	Capa Inferior Noche	
Mar de Weddel Septentrional			Dos capas durante el día; unacapa por la noche, mas cerca de la superficie. Mayor número de adultos al aumentar la profundidad
Nordeste de la Islas Orcadas	10-30 15-30	(10-40) 40-70	Una capa por la noche. Captura principalmente de adultos. Una capa por la noche. Principalmente juveniles corca de la superficie. Principalmente adultos en las profundidades (220-400 m).
Islas Orcadas Islas Sandwich	10-15	10-15	En su mayor parte juveniles
Oeste de las Islas Sandwich	10-20	20-45 40-80	También acumulaciones superficiales. Pocos Krill maduros.
Nordeste de Georgia del Sur	15-40	50-100	Pocos adultos
Sudoeste de Georgia del Sur	40-60	40-60	Pocos adultos, ninguna migración vertical.

De los datos de Shetsov y Makarov.

En 1976 Mohr usando la ecosonda siguió una concentración de krill en las cercanías de las Islas Sandwich del Sur durante 6 días en abril. A medianoche el krill se acumuló en los 20 m superiores pero a las 6 horas había emigrado a 70-110 m de profundidad para volver lentamente a la superficie en las 10-12 hs. siguientes. Es necesario continuar las observaciones y profundizarlas.

Durante la expedición alemana en la motonave "Weser" se observó que los enjambres de krill alejados de la costa comprenden bancos concretos bien delineados en el cuadro del sondeador. La mayoría posee la extensión horizontal de 10 a 100 m. y la vertical de 10 a 40 m. Sólo en casos excepcionales fueron localizados enjambres de 300 m de longitud y de espesor superior a 50 m. (H.Mohr; W.Fischer, 1977).

### Densidad del enjambre

Las estimaciones sobre la densidad hechas por diversos autores se resumen en el cuadro 2.

La mayoría de las estimaciones se hicieron mediante detectores ultrasónicos para cardúmenes en unión de las capturas efectivas.

La ecosonda si bien puede dar alguna indicación de la extensión vertical del enjambre no la da de su tamaño lateral; además con frecuencia es difícil confirmar que una indicación acústica particular ha conducido a una captura determinada (Everson, 1979).

Es posible que los movimientos verticales diurnos tengan poca importancia para la técnica de la captura, sin embargo son aspectos cuyo conocimiento interesa profundizar.

Es recomendable la lectura del trabajo de H. Mohr y W. Fischer sobre el comportamiento de los enjambres de krill donde señalan sus experiencias en el uso de detectores.

### 2.2- Localización y detección del krill antártico

G.O. Eddie en el informe sobre la recolección del krill antártico publicado por FAO en 1979 define localización como el arte y la ciencia de llevar el barco pesquero a un área en que haya grandes probabilidades de conseguir una buena pesca.

Una vez en la zona, el patrón del barco dirige operaciones de búsqueda minuciosa, utilizando medios de detección de corto alcance o con operaciones pesqueras de tanteo.

La localización de áreas de pesca potencialmente buenas puede facilitarse por la telepercepción desde el aire (Hamada y col. 1978) o desde satélites (Gram y Malan, 1977). En algunos

Cuadro 2

Estimaciones de la densidad del krill en los enjambres. (sacado de I. Everson:  
Los recursos vivos de los mares australes Cap.6; Krill; FAO, Roma, 1979)

Numérica	Densidad	Por Peso	Bibliografía
1 por pulgada <sup>3</sup> 1 por 8 pul.			Marr 1962
	10-16 kg/m <sup>3</sup> hasta 15 kg/m <sup>3</sup> o mas		Moiseev 1970 Makarov et al. 1970
	Generalmente hasta 5 kg/m <sup>3</sup> máx. 6-33 kg/m <sup>3</sup>		Nemoto y Nasu 1975
2000 a 8000/m <sup>3</sup> máx. 40.000/m <sup>3</sup>	media de 1,5 kg/m <sup>3</sup>		Nemoto et al. (en prensa)

tipos de pesca se practica la medición de la temperatura de las aguas superficiales, sin embargo la experiencia adquirida en la práctica y la comunicación por radio entre los diversos pesqueros distribuidos en el caladero parecen ser los medios más efectivos. En el caso del krill queda por ver cuales de las múltiples observaciones realizadas por los científicos sobre el comportamiento y localización del krill son útiles para el pescador o si otros fenómenos, aún no claramente definidos tienen mayor importancia.

Algunas expediciones han realizado reconocimientos sistemáticos de localización de krill, ellos se han concentrado en las áreas que la experiencia de los balleneros y los estudios científicos realizados en apoyo de operaciones balleneras indicaban que era probable encontrar grandes concentraciones de krill.

Hasta ahora los barcos de pesca han encontrado concentraciones significativas de krill tanto en las plataformas como en los faludes y en aguas más profundas cerca de Georgia del Sur, en el mar de Scotia y en la parte septentrional del mar de Weddel, a la altura de las islas Sandwich del Sur, Orcadas del Sur y Shetland del Sur; en el estrecho de Bransfield y en el mar de Bellingshausen junto a la península hacia el sur hasta la isla Adolalde y en el área situada al noroeste de la Tierra Enderby. Hay también informes de buenas concentraciones en torno a los 20° E y en el mar de Ross pero no puede asegurarse que hayan operado buques pesqueros.

El clásico mapa de Marr (1962) que transcribimos señala las zonas de aparición de buenas concentraciones de krill antártico.

La expedición alemana de 1975/76 encontró que la distribución era irregular. En algunas zonas había varias decenas de millas cuadradas cubiertas de enjambres numerosos mientras otras áreas estaban desiertas.

Se registró buena pesca al noroeste de Georgia del Sur durante toda la campaña, al noreste de Orcadas del Sur en noviembre y diciembre, al oeste de la península y en las Shetland del Sur en febrero, y al noroeste de las islas Sandwich del Sur en Marzo (Kock 1977).

En la publicación de Everson se señaló como probable que el krill se encontrara en áreas en las que hubiere turbulencia o corrientes ascendentes; en donde pasan corrientes que rodean a las islas pero la distribución dentro de las zonas es irregular no se ha creado ni propuesto ningún método útil de localización que se apoye en fenómenos oceanográficos.

Lo que puede ser de utilidad para el pescador como indicación de la probable presencia de grandes concentraciones de

krill en las proximidades es la existencia de asociaciones de fécidos o aves para la reproducción en las costas cercanas. Lo mismo se señaló de la presencia de ballenas .

Una vez en la zona el medio más eficaz de detección parece ser la ecosonda vertical. La frecuencia de transmisión acústica preferida generalmente es de 120 kHz. o en todo caso alguna entre 100 y 200 kHz. También se ha encontrado útil un sondador que opere a frecuencias más bajas: 30 a 50 kHz, para indicar cual enjambre de krill tiene gran densidad. El trabajo de G. Freytag (1977) ilustra las observaciones realizadas. Respecto a tamaño se ha señalado que los enjambres de formas juveniles se encuentran sobre todo en plataformas y los individuos de tamaño mayor tienden a encontrarse en las partes más septentrionales, Everson explicó las razones de ese hecho.

Como ya señaláramos la formación de enjambres aún no ha sido explicada, pero se señala que al parecer, el krill se dispersa para alimentarse y se reúne mientras digiere su alimento. Esto es importante si se quiere evitar la captura de individuos que hayan estado alimentándose de fitoplancton verde lo que puede ser un problema para algunos procesos y productos. En general se espera que el color verde se pueda eliminar con una elaboración adecuada ya que si se deben tomar medidas para evitar la captura de ejemplares que se encuentren en esas condiciones se afectarán los índices de captura si se debe navegar hasta encontrar enjambres que no estén en ese estado. No está claro cuanto tarda un enjambre en digerir el alimento ni si se puede encontrar cerca otro enjambre que no se esté alimentando.

No es probable que haya algún método de detección que permita distinguir entre enjambres que estén llenos de alimentos objetables y otros que no lo estén. Sin embargo, es posible que hubiera algo en los regímenes diurnos de la migración vertical que permitiría a los patrones hacer una distinción al respecto, si esos regímenes se relacionasen con la actividad alimentaria y fueran mejor entendidos.

La ecosonda se usa además para estimar la cantidad de krill que se halla en la red y el sonar se utiliza en la pesca al arrastre con redes dirigidas entre dos aguas.

Eddie en su informe indica para ulteriores estudios de desarrollo:

1) La creación de métodos no convencionales de localización como la telepercepción a gran distancia, el sonar activo de baja frecuencia y haz estrecho no parecen necesarios por ahora, y son métodos caros.

2) Podría ser útil tratar de discriminar o mejorarla discriminación entre los ecos acústicos del krill y los de otros organismos no deseados (salpas) y también poder distinguir

un enjambre está formado por individuos de tamaño pequeño o grande.

La capacidad de tal discriminación puede depender de la frecuencia, la variación de frecuencia, la anchura de haz, la longitud y la forma de pulsación etc.

3) Debe investigarse la posibilidad de perfeccionar la utilidad del sonar para detectar los enjambres de krill, para lograr un sonar más eficaz como ayuda a la práctica apropiada de la pesca.

4) Se deben continuar los estudios científicos sobre el comportamiento del krill y su distribución, especialmente sobre la formación de enjambres, las migraciones diurnas y la alimentación y la relación entre los diversos comportamientos.

La distribución de longitudes en los enjambres y la relación con la distribución geográfica debe estudiarse más detenidamente.

### 2.3- Métodos de captura

Durante las primeras investigaciones se ensayaron tipos convencionales y heterodoxos de artes de pesca con resultados variables.

Se suponía que el krill se encontraba en su mayor parte en la superficie del mar o cerca de ella y del uso de pequeñas redes de muestreo científico se infirió infundadamente que el krill sería capaz de eludir el paso de una red o un barco.

Los primeros ensayos de métodos normales de captura empleados por rusos y japoneses comprendían el uso de redes de cerco de jareta y tipos análogos cuyo principio es rodear un banco en la superficie o cerca de ella con un cerco de red que se cierra para impedir que el pez escape hacia abajo o en la que se empuja los peces a un chiquero mediante el arrastre. Los ensayos no tuvieron éxito manejando las redes ya sea desde un sólo barco o desde dos.

Otro tipo que se probó fué la red de armazón de arrastre en superficie por el costado del barco. El paso del barco sobre un enjambre situado en capas superficiales tendía a dividirlo por lo que en la estela del barco quedaba poco krill o ninguno. Si la red se arrastraba en superficie pero por popa a alguna distancia del barco, o arrastrando una red de superficie con una abertura de boca mucho más ancha que la manga del buque o arrastrando dos redes de superficie, una a cada costado del barco suspendidas de botalones el inconveniente podría haberse vencido.

Se probaron otras dos soluciones: arrastrar una red por la superficie describiendo el barco siempre una curva para mantenerla fuera de su estela y suspender la red directamente del costado del barco, sin estachas ni puertas de red, limitando la abertura de la boca con un bastidor rígido de metal suspendido de un puntal. Algunas versiones incorporaban una descarga continua del chiquero mediante una bomba adaptada a él, con una manga flexible que descargaba en un cedazo sobre la cubierta (Kanda y otros, 1973). La limitación del sistema es que sólo puede aplicarse a capas superficiales y su uso resulta gravemente restringido cuando hay mal tiempo. Un modelo ruso tenía una abertura de boca de sólo 5 m x 5 m.

Hacia mediados de la década del 70 se había ya averiguado que los enjambres de krill podrían encontrarse con frecuencia varias decenas de metros por debajo de la superficie. La expedición de Alemania Occidental 1975/76 hizo grandes capturas a profundidades de 200 - 300 m. Por otra parte se supo que el krill no podía eludir redes del tamaño habitual en operaciones de arrastre. Se inició la utilización de redes de arrastre entre dos aguas.

Las expediciones japonesas, chilenas, alemanas occidentales, rusas y polacas han usado redes de arrastre de abertura de boca grande, con un tamaño de malla que impide que el krill que entró pueda escapar.

Como consecuencia las estimaciones de índices de captura se han elevado de menos de 1 ton/h a 5 a 20 ton/h.

Las redes usadas por rusos y japoneses para pesca de arrastre entre dos aguas con un solo barco fueron de 4 o 6 paneles con área efectiva de abertura de boca de 400 a 500 m<sup>2</sup> y longitudes de 100 m. (Eddie, G.O. 1979).

La razón del pequeño tamaño de las redes de arrastre para krill está relacionada al efecto frenante causado por la necesidad de usar mallas muy pequeñas.

Se ilustran los detalles del modelo de red de arrastre proyectada por el JAMARC que utilizó el Barco N° 82 TAIYO MARU en 1975/76

Las redes alemanas fueron tipos comerciales de propiedad privada. Los investigadores alemanes y polacos afirman que la captura de grandes cantidades de krill es tan fácil que los detalles de la forma y dimensiones de la red no son decisivos para el éxito.

La red descrita del JAMARC tenía mallas de 13 a 20 mm; los rusos han llegado a usar de solo 3 mm. (estiradas)

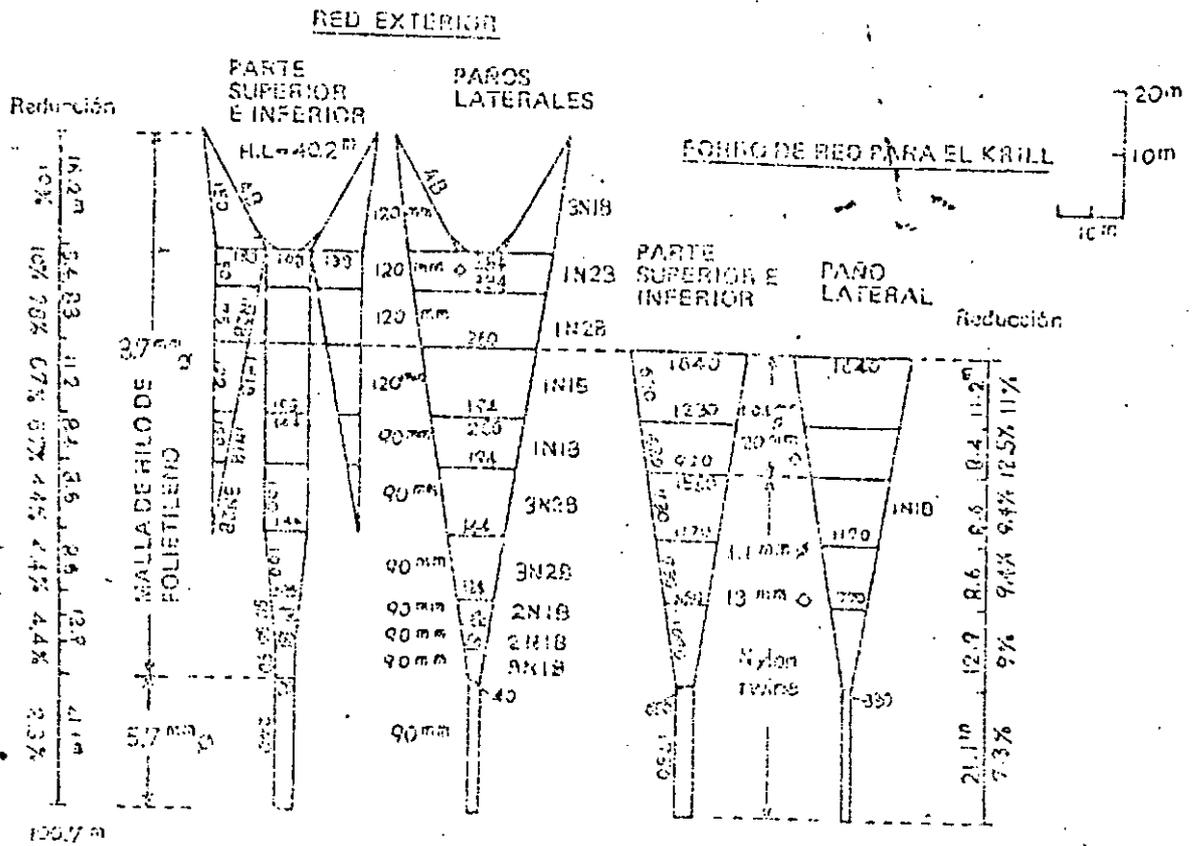


Fig. 4a: Red de arrastre en superficie y entre dos aguas utilizada en la 4ª investigación por el arrastrero por popa Nº 62 Taio Maru (2500 toneladas brutas, 3150 PA)

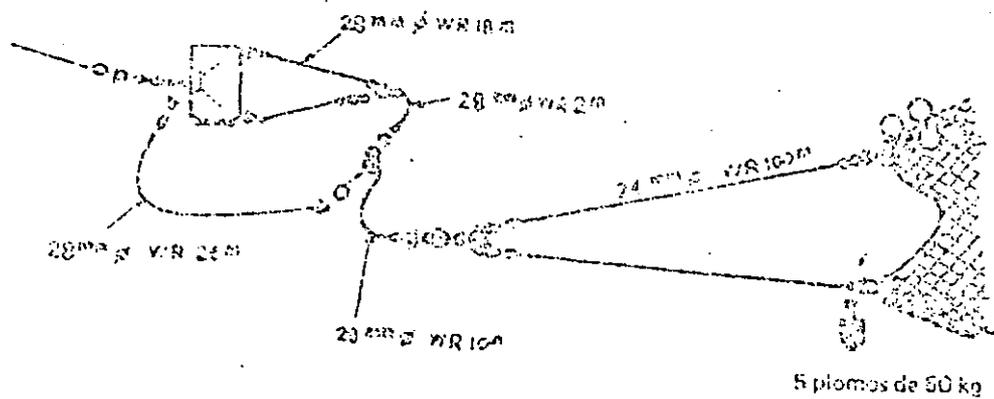


Fig. 4b. Dimensiones de la malla y del cable de enlace de ésta con el de arrastre, etc.

los alemanes usaron de 12 a 20 mm. y los polacos de 12 a 24 mm. (Martin R.E, 1979). La red debe hacerse con un bramante muy fino para reducir el efecto frenante, en la escala R 400 a RI 200 tex.

Actualmente se usa una red apropiada para krill como forro de otra red de tamaño de malla y bramante más convencionales. La red exterior alemana tenía unos tamaños de malla de 50 a 200 mm. (Eddie, G.O. 1979). El tamaño de la red deberá ser proporcional a la potencia del barco.

La proyección y construcción de una red eficaz para la pesca de arrastre entre dos aguas requiere grandes conocimientos, experiencia y capacidad técnica en la selección de los materiales que se empleen y de las dimensiones de los componentes, además del cuidado con el que estos se unan. Todo es esto tiene mayor aplicación aún a una red de arrastre entre dos aguas con forro interior de malla fina, alemanes y polacos han tropezado con el problema que genera la masa de krill al juntarse. En ocasiones esa masa se ha amalgamado en la parte alargada de la red, delante del chiquero, bloqueándolo completamente, a consecuencia de ello puede romperse la red. Lo han tratado de solucionar añadiendo un refuerzo circunferencial y han adoptado otras medidas no especificadas para evitarlo.

El mismo fenómeno dificulta el desprendimiento de la captura del chiquero. Alemanes y polacos encontraron que esta dificultad puede vencerse uniendo en el chiquero una lanza a una manguera flexible con una junta de acción rápida que puede conectarse con la tubería principal de agua a alta presión del barco. Otra solución propuesta es adaptar una bomba al chiquero con una manguera flexible de descarga para vaciar la red cuando aún está en el agua. Esta solución también podría reducir el daño que puede sufrir la captura. En tal sentido W. Horn (1979) informa sobre los resultados del empleo de una bomba impelente con accionamiento hidráulico con un diámetro de manguera de elevación de 8" y un separador de agua para la extracción de krill de la red mantenida a popa. Se podían bombear entre 5 y 35 toneladas de krill por hora. El método necesita ulteriores modificaciones pero parece ser apto para su aplicación en escala comercial.

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta en el diseño está relacionado al hecho de que la red debe, a veces, ser arrastrada en superficie para lo cual sus puertas deben estar dotadas de flotabilidad.

El arrastre de la red en superficie con el mar agitado plantea problemas adicionales cuya solución discute Eddie en su informe.

Las velocidades de arrastre son generalmente de 1,5 nudos. El efecto frenante es proporcional al tamaño de la red y al aumento de la velocidad del agua, y como el krill no elude la red, es mejor arrastrar una red grande lentamente que una chica rápidamente. Los modelos y tácticas actuales podrán ser sin duda, mejorados.

Con el krill es necesario evitar una captura excesiva ya que, por lo dicho anteriormente, la red puede romperse. De allí la importancia que adquiere la posibilidad de registrar la eficiencia de la operación con ecosonda. El perfeccionamiento de las ecosondas o el desarrollo de un medio que permita indicar por telemetría la cantidad de krill que hay en el chiquero son metas a lograr en un futuro próximo.

En la pesca al arrastre dirigido entre dos aguas el banco se detecta con la ecosonda vertical, con ayuda de la ecosonda y de señales telemedidas con instrumentos acústicos montados en la misma red se ajusta la profundidad de la misma y el curso del arrastre luego del lance. Si durante la fase de maniobra el barco se alejó del banco se utiliza el sonar para ayudar a mantener y restablecer el contacto con el mismo.

Los sonares convencionales de pesca que operan a frecuencias de 30 a 50 kHz no son totalmente satisfactorios para la pesca del krill. Se debe trabajar en el desarrollo de instrumentos adecuados.

En lo que hace a la elección del método de captura Eddie señala las ventajas de la red de arrastre sobre la de cerco de jareta. Esta última no permitiría capturar enjambres a profundidades mayores de 100 m, capturaría todo lo que hubiera entre la superficie y la profundidad máxima, mamíferos y aves incluidos, es delicada, cara y difícil de reparar, debe usarse con buen tiempo, lo que no es habitual en la zona con vientos fuertes, su ventaja sería que se podría bombear la captura a bordo del barco en condiciones de mayor vivacidad y a una velocidad que consienta el empleo de métodos cuidadosos de manipulación y transporte al almacenamiento en tránsito.

La pesca al arrastre entre dos aguas es compatible con la pesca de peces al arrastre de fondo si se ofrece la oportunidad. Un arrastrero factoría autónomo de tamaño mayor que el normal que utilice redes de arrastre entre dos aguas parece presentar menos problemas de construcción y mantenimiento que un buque factoría autónomo de un tamaño sin precedentes dotado de redes de cerco de jareta. En general se señala que se deberá investigar si las redes de arrastre entre dos aguas con áreas de boca superiores a 500m<sup>2</sup> darán resultados superiores en la pesca del krill que las descritas y se deberá fijar su tamaño. Si resultaran más eficientes se deberán aco

piar datos que faciliten el diseño de nuevos barcos para lo que se necesita experimentar con barcos del tipo del "Professor Siedlecki" que está equipado con instrumentos especiales para facilitar la medición exacta de las revoluciones por minuto de la hélice, la potencia o la fuerza del motor, velocidad de arrastre, etc. Se deberá investigar en busca de un tipo y construcción de redes de arrastre para krill con fuerza frenante reducida.

La creación de métodos para vaciar el chiquero, instrumentos de "tracción constante" para el arrastre en superficie en malas condiciones atmosféricas son desarrollos en marcha al igual que el mejoramiento de los resultados de los sistemas de telemetría.

Se debe tratar de obtener un sonar más eficaz mejorando el alcance de la detección horizontal de enjambres de krill.

Se deben continuar las investigaciones acerca de la reacción o respuesta del krill a diversos estímulos como la luz de diferentes longitudes de onda con vistas a desarrollar nuevos métodos de captura.

Los trabajos de Cram D.L.; Malan O.G., (1978); Hamada E. y col. (1978); Kanda, K. y col. (1978); Koyama T. y col. (1974) ilustran sobre aspectos específicos vinculados a la captura de krill. De especial interés es el trabajo de J.K. Mc Elroy (1980) en el que hace una evaluación económica de los sistemas de pesca de krill en los que considera la localización de la factoría en Sud América y señala sus ventajas cuando los rendimientos en producto son bajos.

Recientemente Kleages y Marx (1981) discuten el valor de los resultados obtenidos en cuanto a estimación de biomasa y frecuencia de aparición de formas juveniles con una red usada en la primera y segunda expedición antártica de la República Federal de Alemania.

### 3-COMPOSICION BIOQUIMICA

#### 3.1- Composición química aproximada

La composición bioquímica del krill está directamente relacionada con sus propiedades nutricionales y tecnológicas. Por lo tanto de ella dependen los caminos posibles de industrialización de este interesante recurso renovable y los tipos de productos a obtener.

La experiencia recogida hasta el momento por las expediciones exploratorias señalan que las capturas comerciales están constituidas predominantemente por Euphausia superba.

Una larga lista de autores han analizado la composición aproximada del krill antártico resaltando algunas diferencias en los resultados que podrían estar relacionadas con la edad, estación, sexo, estado fisiológico, alimentación y ubicación de las muestras analizadas.

Grantham (1979) resume los valores de la literatura en el cuadro 3.

Por ser un crustáceo pelágico contiene más humedad y grasas que las especies que viven en el fondo y una cantidad menor, proporcionalmente de proteínas crudas.

La composición química varía con la edad y con la estación de la captura, así, por ejemplo el contenido de grasa varía desde el 5% hasta casi el 30% al finalizar el verano (Cuadro 4).

Sólo puede concluirse que la composición aproximada del krill antártico es esencialmente variable y debe tenerse en cuenta este hecho en la creación de todo procedimiento de elaboración o en la especificación de su composición (Grantham, 1979).

En términos brutos puede decirse que el krill crudo entero contiene aproximadamente 28% de carne de color, 34% de cefalotorax y un 26% de caparazón (de la cola). El 12% se pierde en la separación.

En el cuadro 5 sacado de Grantham 1979 se da la composición aproximada de estos componentes.

J. Ochenschlänger (1980) señaló que en estudios realizados a bordo del "Walther Herwing" en los que separaban con un corte el cefalotorax del abdomen el cefalotorax constituyó el 46,1% y el abdomen el 53,9% del peso seco. En lo que hacía a la distribución de grasas estas predominaban en el cefalotorax. La relación abdomen:cefalotorax encontrada fue para peso húmedo: 1,17; 1; para proteínas 1,51:1 y para grasas 0,64:1. Estos

Cuadro 3

Composición aproximada de E. superba entera  
Resumen de los valores existentes en la literatura

	Humedad %	% en peso seco		% en peso húmedo	
		Proteínas crudas	Grasa cruda	Ceniza	Proteínas crudas(%) Grasa cruda
Promedio	80,1	65,1	14,2	13,9	13,0    2,8
Máximo medio	83,1	77,5	26,0	16,7	15,4    5,1
Mínimo medio	77,9	59,7	6,7	11,7	11,9    1,3

(.) Nitrógeno total x 6,25 incluye el material no proteico.

Cuadro 4

Valores que constan en la literatura respecto  
de la composición aproximada de E. superba entera

Fuente	% Agua	Proteínas crudas N tot. x6.25	% de peso en seco	Grasa cruda	Carbohi- dratos	Cenizas	Quitina
Arai 1976		76,9		7,1		15,4	6,1
Burkholder 1967		63,9		17,8	19,0?	13,1	12,3?
Bykov 1975	73,7-82,3	51,4-80,5		5,0-26,4		10,5-18,2	
Esorova 1970		61,1-77,9					
Gilberg 1971		53,1		21,9	4,2	10,4	
Il'ichev 1967	75,6-81,6	73,0-74,5		6,5-13,9		13,1-19,0	
Kryuchkova 1970	79,0-82,6	65,0-80,5		5,7-16,7		11,0-16,1	
Raymont 1971	82,0	52,7		13,3	4,7	17,0	4,1
Sidhu 1970	71,4	49,0		24,6		9,8	2,5
Watanabe 1976	79,3-85,2	66,5-86,9		7,3-19,9		14,7-21,3	
Yanase 1974	78,7-81,7	67,3-88,6		15,2-19,9	3,6-5,4	16,1-18,9	
Frailc 1979	71, -80,8	39,8-68,7		5,9-27,6		10,6-16,8	2,1-4,4

Cuadro 5

Valores que se atribuyen en la literatura técnica a la composición proporcional y aproximada de los componentes del cuerpo del krill

	% Proporción		% Agua		% Nitrógeno Total		% Grasa cruda		% de cenizas				
	(1)	(2)	(1)	(3)	(1)	(3)	(1)	(3)	(1)	(3)			
Carne de la cola	26,2	29,0	27,6	76,3	3,1	2,9	3,0	0,2	2,0	1,1	4,2	1,8	3,0
Cefalotorax	34,4		34,4	30,5	30,5	2,0	2,0	0,7	0,7	0,7	6,0	6,0	
Caparazón	26,4		26,4	60,4	60,4	1,5	1,5	0,6	0,6	0,6	29,8	29,8	
Pérdidas sufridas en la separación	12,8	9,5	11,2										
TOTAL	99,8	100,0	99,6										

Expresados en % de su peso húmedo

Columnas: (1) Il'ichev 1967 (2) Lagunov 1974 (3) Kryuchkova 1969 (4) resultados conjuntos.

datos demuestran que la mayor parte de las proteínas se encuentran en el abdomen mientras que las grasas predominan en el cefalotórax.

Por otra parte Yanagimoto y col. 1979 estudiaron durante dos veranos las variaciones en la composición química del krill y las diferencias entre los individuos. Las grasas aumentan de noviembre a febrero. El contenido de grasa en cada animal tiene un valor elevado de desviación estandar. El contenido de grasa varía a lo largo de la estación de 8,3 a 28,4%. El porcentaje de proteínas es inversamente proporcional al de grasas (73,1 a 59,7) y los valores correspondientes al contenido de agua son también variables entre 73,1 y 80,4%.

Resultados similares obtuvieron Roschke 1977 y Roschke y Schreiber 1977.

Clarke (1980) analizó la composición bioquímica de krill sobre muestras extraídas alrededor de la Georgias del Sur señalando un contenido de 10-11% de proteínas; 2-6% de lípidos; 0,3-0,6% de carbohidratos; 2% de quitina y 3-4% de cenizas todos valores medios expresados en % de peso húmedo.

### 3.2- Proteínas

En términos generales puede decirse que el contenido de sustancias nitrogenadas del krill, expresado como  $N \times 6,25$  oscila alrededor del 13% del peso húmedo.

La información relativa a la cantidad, tipo y estructura molecular de las proteínas presentes es algo contradictoria y uno de los campos donde se observa la necesidad de intensificar los estudios.

Bykov (1975 y Srinivasagam y col. (1971) dicen que un 30% del nitrógeno total está constituido por proteínas verdaderas mientras que Yanase (1971) señala que alrededor de 55% de las proteínas crudas es extraíble con agua caliente sugiriendo la presencia de péptidos de bajo peso molecular, aminoácidos libres, proteínas del estroma y tal vez tropomiosina.

Gilbert (1971) registra un elevado porcentaje de aminoácidos libres. Algunas de estas discrepancias obedecen a la rápida autólisis del krill después de la captura, en menor medida durante el almacenamiento de las muestras congeladas y de manera notable durante el descongelamiento. En el cuadro 6 se presentan los resultados de diversos autores y los encontrados por nosotros.

En general se puede concluir que el 13% del peso en húmedo expresado como proteínas crudas se compone de un 8-9% de proteínas verdaderas y de la 2% de aminoácidos libres, el

Cuadro 6

Valores atribuidos en la literatura técnica a los constituyentes nitrogenados de E. superba expresados en porcentaje del peso en húmedo

	Seki 1975	Yanase 1974	Fraille 1979
Proteínas verdaderas	8,5	8,9	9,72
Aminoácidos libres )	4,5	1,5	1,07
)			
)			
Total de bases volátiles)	0,075	0,125	0,070
TOTAL	13,0	10,4	10,86

resto del nitrógeno serán bases volátiles, quitina y ácidos nucleicos. Sin embargo vista la gran variabilidad en composición química por edad y estación es necesario investigar más.

La electroforesis cualitativa de disco ha identificado actina, miosina y actomiosina en la proteína de músculo (Grantham 1979). Sería conveniente profundizar estos estudios.

La composición en aminoácidos de las proteínas de krill ha sido bien estudiada y se caracteriza por su contenido relativamente alto de aminoácidos esenciales (46%) y por la presencia de la mayoría de los no esenciales. El cuadro siguiente (cuadro 7) nos muestra los aminoácidos del krill tabulados frente a otras proteínas testigo - (Grantham 1979).

Predominan la glutamina, el ácido aspártico, la lisina, la leucina y la prolina mientras que la cistina y posiblemente el triptofano son limitantes.

### 3.3- Lípidos

Como señaláramos anteriormente la cantidad de lípidos que contiene el krill varía mucho, pero pese a eso parece ser que su composición se mantiene constante.

La grasa del krill se caracteriza por su elevado contenido de (fosfo) lípidos complejos 50% aproximadamente, principalmente lecitinas (fosfatidil-colina) y cefalinas (fosfatidiletanolamina), alrededor del 30-40% de grasas neutras (glicéridos) y 8% de elementos insaponificables. A diferencia de otros animales planctónicos el krill no contiene ceras. El colesterol es el único esteroide importante que se ha encontrado aunque también hay presentes trazas de vitaminas D y cantidades apreciables de provitamina (Bottino (1973,1974,1975); Gilberg (1971), Bykov (1975)).

En el cuadro 8 puede observarse la composición de los lípidos crudos del krill y en el cuadro 9 la composición en ácidos grasos (Grantham 1979).

Una proporción considerable de los ácidos grasos (~ 70%) no está saturada, con un índice de yodo de 110-190.

Se hallan presentes la mayoría de los ácidos grasos comunes sobre todo el oleico, el palmítico y el mirístico. Se encuentran los tres esenciales con un total de 5%. El contenido en ácido erúico es escaso. También existen varios desaturados. (Nonaka y Koizumi (1964), Watanabe y col. (1976) Roschke (1976)). Hansen y Mciklen (1970) señalaron la presencia de ácido fitánico en la proporción de 1-4% del total de los ácidos grasos.

Los informes ocasionales de un elevado contenido en ácidos grasos libres ( un valor ácido alto) se deben probablemente

Los aminoácidos del kivi

Valores atribuidos en la literatura técnica al contenido en aminoácidos de las proteínas de la suerona, frente a proteínas testigo, en g/100 g de aminoácidos

	Total de sustancias nitrogenadas															
	Gilbert 1971	(rectificado)	Soyala 1965	(rectificado)	Srinivasagan 1971	(rectificado)	Burtholder 1967	(rectificado)	Wolsey 1970	(rectificado)	Egerton 1970	(rectificado)	Salman 1976	(rectificado)	Basile	Promedio
Aminoácidos esenciales																
Valina	3,3	3,1	5,9	5,5	5,2	4,7	6,1	3,4	6,8	7,1	4,5-5,9	6,0-5,4	4,5-7,1	5,6		
Iso-leucina	3,2	4,9	5,1	4,9	5,0	4,6	4,5	4,0	7,6	3,0	4,5-5,3	5,2-5,4	4,0-8,0	5,2		
Leucina	3,4	6,3	7,7	7,4	7,7	7,0	8,7	7,7	9,6	10,1	6,7-8,0	7,5-7,8	6,7-10,1	7,9		
Treonina	2,9	4,5	4,7	4,5	4,2	3,8	4,3	4,3	4,7	4,9	3,3-4,5	4,1-5,1	3,3-5,1	4,5		
Lisina	6,6	10,2	9,6	8,2	10,0	9,1	9,2	8,1	7,7	8,1	6,1-12,6	9,3-11,0	6,1-12,6	9,2		
Triptófano			1,5	2,4	1,4	1,3	1,9	1,7			0,7-1,1	0,7-1,3	0,7-1,7	1,2		
Cistina	0,5	0,8	1,5	1,4	1,2	1,1	1,6	1,4	1,1	1,2	1,2-1,3	1,2-1,3	0,8-1,4	1,2		
Metionina	1,5	2,5	3,0	2,9	2,8	2,5	3,5	3,1	1,7	1,8	2,0-2,7	1,9-2,7	1,8-3,1	2,5		
Tirosina	2,2	3,4	4,1	3,9			5,2	4,6	4,4	4,5	2,9-3,9	3,0-3,6	2,9-4,6	3,7		
Fenilalanina	2,5	2,6	5,5	6,2	5,0	4,5	6,1	5,4	5,3	5,6	3,8-6,1	4,1-4,3	3,3-6,2	4,9		
Total de aminoácidos esenciales %	43,5	46,4	38,7	45,7	51,4	45,6	44,2-47,5	38,7-51,4	45,6	45,6						
Arginina	3,2	4,9	5,2	5,9	7,5	6,8	7,5	6,6	6,0	6,3	3,5-7,7	7,1-8,5	3,6-8,5	6,4		
Acido aspártico	6,6	10,2	12,2	11,7			10,4	9,2	10,9	11,4	8,7-12,3	9,8-12,0	8,7-12,3	9,5		
Serina	3,1	4,8	5,0	4,8			4,6	4,1	3,5	3,7	2,2-3,6	3,4-4,1	2,2-4,8	3,8		
Glutamina	9,9	15,2	14,6	13,0			15,7	13,8	10,5	11,0	10,8-13,6	9,9-10,9	10,8-15,2	12,4		
Prolina	4,4	6,8	4,2	4,0			5,6	4,9	4,4	4,6	1,9-6,1	5,8-7,6	4,0-7,6	6,7		
Glicocolina	3,2	4,9	4,7	4,5			8,6	7,6	4,0	4,2	4,7-6,5	6,0-9,5	4,2-9,5	6,0		
Alanina	3,5	8,5	5,5	5,3			6,9	6,1	4,9	5,1	5,7-7,4	6,6-7,3	5,1-8,5	6,5		
Histidina	tr	tr	2,3	2,2	3,5	2,8	2,4	2,1	2,1	2,2	1,3-1,8	1,3-2,3	1,3-2,8	2,0		
Taurina (NH <sub>2</sub> )	1,1	1,7	1,4	1,3							2,9-4,9	1,3-4,9	2,7			
Total	65,0	100,5	104,7	100,0			113,4	100,1	95,2	99,9					98,9	
No especificado	35,0		-4,7				-13,4	4,8								

Valores atribuidos en la literatura técnica al contenido en aminoácidos de las proteínas de E. superba, frente a proteínas lentigo, en g/100 g de aminoácidos

	Aminoácidos Libres (Extractos de ácido tricoloredo-lico)		Proteínas verdaderas (Precipitado de ácido tricoloredo)		Proteínas Lentigo	
	Gilbert 1971 (Recitrado)	Srinivasan 1971 (Recitrado)	Gilbert 1971 (Recitrado)	Torgerson 1971 (Recitrado)	1980 1987	1980 1987
aminoácidos esenciales						
Valina	5,0	4,1	6,5	4,1-6,4	5,6	5,5
Isoleucina	4,0	3,1	4,9	3,2-5,7	4,6	5,3
Leucina	6,4	2,5	4,1	5,6-2,3	6,0	5,3
Treonina	4,5	3,8	6,0	4,5-5,6	5,5	4,4
Lisina	5,3	6,4	13,2	13,9-15,5	14,9	8,0
Triptófano	0	2,0	3,2	sr-0,8	2,0	1,3
Cistina	3,0	sr	sr	sr-1,3	0,7	0,6
Metionina	2,5	0,5	0,8	1,0-2,0	2,3	2,9
Alanina	2,5	0,9	1,4	2,8-4,9	3,2	3,2
Glutamina	2,5	0,9	1,4	3,4-5,2	3,2	3,7
Total de aminoácidos esenciales %	47,3	40,1	48,6		42,2	45,4
Arginina	7,9	8,7	12,8	10,4-22,5	13,6	10,9
Ácido aspártico	1,0	1,1	2,4	2,9-3,3	2,4	10,3
Serina	3,5	3,8	3,9	1,2-3,9	3,0	4,0
Glicina	2,0	2,2	4,6	1,9-4,6	3,0	16,3
Prolina	15,8	17,3	11,8	7,4-10,8	11,8	3,2
Glicocola	5,9	7,6	9,8	7,6-9,8	8,3	6,8
Alanina	10,9	12,0	10,0	7,6-10,3	10,0	5,0
Histidina	0	1,9	3,0	0,8-2,3	1,5	1,7
Ureína (NH <sub>2</sub> )	1,0	1,1	1,1		1,1	1,1
Total aminoácidos	91,2	101,1	103,3		100,1	99,3
Total	7,9		62,9		57,1	99,8

	Bolivia 1975	Gilberg 1971 después de los Japoneses	Tercer 1969	Agel 1976	Saito 1965	Isayuki 1961	Troyat 1976	Kanashiro 1976	Escala	Promedio
Ceras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Esteroles	-	-	-	-	-	-	4,7	1,7-7,6	0,0-7,6	4,7
Esteres, esteroides	-	-	x	-	-	-	0,0	-	0,0-0,3	0,4
Triglicéridos	8-36	20	x	-	-	-	50,3	-	8,0-50,3	28,6
Diglicéridos	4-17	-	-	-	-	-	67	-	4,0-17,0	10,5
(E de lípidos complejos)	(54-56)	(30)	-	(29,5)	-	-	(8,9?)	-	(29,9-58,0)	(48,0)
Insatidilcolina	48	-	-	-	-	x	-	-	-	43
Posfatidilcolina	8	-	-	-	-	x	-	-	-	8
Bisfosfatidilcolina	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Posfatidilglicerol	1	-	-	-	-	x	-	-	-	1
Posfatidil serina	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Posfatidilina	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Posfatidil	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Ácidos grasos libres	-	-	-	31,7	-	-	27,4	-	27,4-31,7	29,6
Insaponificables	-	-	-	6,6	4,5-6,9	-	4,5-13,1	-	4,2-13,1	7,5

(Colesterol + trevas de autólisis)

x presentes según los informes

Los lípidos del krill

Valores atribuidos en la literatura a la composición en ácidos grasos expresados en porcentaje del peso del total de ácidos grasos

		Lípidos totales - No fraccionados									
		Bottino 1974	Bottino 1975	Schreiber 1975 Cascós de Hansen 1970	Pierce 1965	Saito 1959	Sidra 1970	Konaka 1964	Jianan 1970	Tsuyuki 1964 a	Waranabe 1976
<b>SATURADOS</b>											
	9:0										
Capríco	10:0								tr		
	11:0										
Láurico	12:0	0,2	0,3		0,5	tr			0,4		
	13:0								0,1		
Mirístico	14:0	14,0	14,6	12,0	4,1	11,9		12,0	12,2	5,8	10,4
	15:0	0,4	0,6		tr			0,5	0,9		0,9
Palmitico	16:0	22,3	23,0	18,0	24,6	14,4		15,1	19,2	11,1	19,1
Estearico	18:0	1,9	1,1	0,9	1,7	1,4		1,2	1,2	10,22	1,3
Arquidónico	20:0								1,6	4,29	
Beicónico	22:0		0,1							0,2	
<b>Total de saturados:</b>		<b>37,9</b>	<b>39,7</b>	<b>30,9</b>	<b>31,7</b>	<b>26,1</b>	<b>43,8</b>	<b>29,8</b>	<b>34,6</b>	<b>31,8</b>	<b>31,7</b>
<b>NO SATURADOS</b>											
<b>Esenciales: linoleicos</b>											
	18:2	2,4	2,5	4,0	1,7	a/		2,2	4,2	d/	3,9
<b>Linolénicos</b>											
	19:3	1,2	1,3	1,2	1,3	a/			1,2	d/	1,1
<b>Arquidénicos</b>											
	20:4	0,4	0,6	1,3		b/		0,7	1,3	e/	1,7
<b>(Total de esenciales)</b>		<b>(4,0)</b>	<b>(4,6)</b>	<b>(6,5)</b>					<b>(6,7)</b>		<b>(6,7)</b>
<b>No esenciales</b>											
	11:1										
	12:1										
	13:1										
Miristoleicos	14:1		0,3			4,57			0,2	0,4	0,8
	15:1	tr	0,1						0,2		
Miristoleicos	16:1	9,5	9,0		9,0	18,62		11,7	6,5	14,57	6,3
	17:1	0,5	0,5						0,2		1,4
Oleicos	18:1	20,8	20,0	21,0	15,2	a/		24,3	20,9	d/	9,7
Esteáridos	18:4	2,7	2,6			a/		0,8	0,6	d/	2,9
Undecoleicos	20:1	0,9	0,6	0,8		b/		2,4	0,8	d/	
	20:2								0,1	e/	0,0
	20:3		0,5	0,6					0,4	e/	
	20:5	13,1	13,7	15,0	25,3			c/	16,2	e/	22,7
	21:2										
	21:3										
Erúcicos	22:1				1,2			e/	0,5	)	0,8
	22:3							3,7	)	)	
	22:4	0,2	0,3						tr	)	8,0
<b>Alprenadénicos</b>											
	22:5	0,2	0,2						0,4	)	
	22:6	6,1	6,0	9,0	14,6			3,3	9,3	)	15,8
<b>Total de no saturados:</b>		<b>60,5</b>	<b>60,9</b>	<b>55,3</b>	<b>66,3</b>	<b>71,6</b>	<b>56,2</b>	<b>50,7</b>	<b>62,9</b>	<b>69,2</b>	<b>67,1</b>
<b>Total</b>		<b>98,4</b>	<b>100,6</b>	<b>86,2</b>	<b>100,0</b>	<b>97,7</b>	<b>100,0</b>	<b>80,5</b>	<b>97,5</b>	<b>100,0</b>	<b>98,8</b>

a/ comprende especies ramificadas (detalladas en Hansen 1969 y 1970, y Bottino 1975)

b/ C<sub>18</sub> (No saturado) = 34,7

c/ C<sub>20</sub> (No saturado) = 13,6

d/ C<sub>20:5</sub> + C<sub>22:1</sub> = 11,6

e/ C<sub>18</sub> (No saturado) = 25,0

f/ C<sub>20</sub> (No saturado) = 20,4

g/ Los nombres dados se refieren sólo a los isómeros que se encuentran más comúnmente

Véase también Maksimov, 1968; Morris, 1971 y 1973

Los lípidos del krill

Valores atribuidos en la literatura a la composición en ácidos grasos expresados en porcentaje del peso del total de ácidos grasos.

		Lípidos totales - No fraccionados									
		Bottino 1974	Bottino 1975	Schreiber 1975 datos de Hansen 1970	Pierce 1969	Sisti 1959	Sidón 1970	Konaka 1964	Fujimori 1970	Tsuyuki 1964 a	Matanabe 1976
<b>SATURADOS</b>											
Caprílico (C <sub>12</sub> )	9:0								tr		
Myristico (C <sub>14</sub> )	14:0										
Palmitico (C <sub>16</sub> )	16:0	0,2	0,3		0,5	tr			0,4		
Stearico (C <sub>18</sub> )	18:0	14,0	14,6	12,0	4,1	11,9	12,0	12,2	0,1	5,8	10,4
Arácido (C <sub>20</sub> )	20:0	0,4	0,6		tr		0,5	0,9			0,9
Behénico (C <sub>22</sub> )	22:0	22,3	23,0	18,0	24,4	14,4	16,1	18,2		11,1	19,1
Ácido (C <sub>24</sub> )	24:0	1,0	1,1	0,9	1,7	1,4			1,2	10,20	1,3
Ácido (C <sub>26</sub> )	26:0				1,0				1,5	4,20	
Ácido (C <sub>28</sub> )	28:0		0,1							0,2	
<b>Total de saturados</b>		<b>27,9</b>	<b>30,7</b>	<b>30,9</b>	<b>31,7</b>	<b>26,3</b>	<b>43,8</b>	<b>29,8</b>	<b>34,6</b>	<b>31,6</b>	<b>31,7</b>
<b>NO SATURADOS</b>											
Ácidos monoinsaturados											
Palmitoleico (C <sub>16:1</sub> )	16:1	2,4	2,5	4,0	1,7	a/	2,2	4,2		d/	3,9
Heptadecanoico (C <sub>17:1</sub> )	17:1	1,2	1,3	1,2	1,3	a/		1,2		d/	1,1
Ácido (C <sub>18:1</sub> )	18:1	0,4	0,8	1,3		b/	0,7	1,3		e/	1,7
<b>Total de monoinsaturados</b>		<b>(4,0)</b>	<b>(4,6)</b>	<b>(6,5)</b>					<b>(6,7)</b>		<b>(6,7)</b>
Ácidos poliinsaturados											
Ácido (C <sub>11:1</sub> )	11:1										
Ácido (C <sub>12:1</sub> )	12:1										
Ácido (C <sub>13:1</sub> )	13:1										
Ácido (C <sub>14:1</sub> )	14:1		0,3			4,50		0,2		0,4	0,8
Ácido (C <sub>15:1</sub> )	15:1	tr	0,1					0,2			
Ácido (C <sub>16:1</sub> )	16:1	9,3	9,0		9,0	18,60	11,7	6,5		14,50	6,3
Ácido (C <sub>17:1</sub> )	17:1	0,5	0,5					0,2			1,4
Ácido (C <sub>18:1</sub> )	18:1	20,8	20,0	21,0	15,2	a/	24,3	20,6		d/	9,7
Ácido (C <sub>18:4</sub> )	18:4	2,7	2,6			a/	0,8	0,6		d/	2,9
Ácido (C <sub>20:1</sub> )	20:1	0,9	0,5	0,8		b/	2,4	0,5		e/	
Ácido (C <sub>20:2</sub> )	20:2							0,1		e/	0,0
Ácido (C <sub>20:3</sub> )	20:3	0,5	0,6					0,4		e/	
Ácido (C <sub>20:5</sub> )	20:5	13,1	13,7	16,0	25,3		c/	16,2		e/	22,7
Ácido (C <sub>21:2</sub> )	21:2										
Ácido (C <sub>21:3</sub> )	21:3										
Ácido (C <sub>22:1</sub> )	22:1				1,2		e/	0,5			0,8
Ácido (C <sub>22:3</sub> )	22:3						3,7				
Ácido (C <sub>22:4</sub> )	22:4	0,2	0,3					tr			8,0
Ácido (C <sub>22:5</sub> )	22:5	0,2	0,2					0,4			
Ácido (C <sub>22:6</sub> )	22:6	6,1	6,0	2,0	14,6		3,3	9,3			15,8
<b>Total de no saturados</b>		<b>60,5</b>	<b>60,9</b>	<b>53,3</b>	<b>66,3</b>	<b>71,4</b>	<b>56,2</b>	<b>60,7</b>	<b>62,9</b>	<b>65,2</b>	<b>67,1</b>
<b>Total</b>		<b>96,4</b>	<b>100,6</b>	<b>84,2</b>	<b>100,0</b>	<b>97,7</b>	<b>100,0</b>	<b>90,5</b>	<b>97,5</b>	<b>100,0</b>	<b>98,8</b>

a) comprende especies ramificadas (detalladas en Hansen 1969 y 1970, y Bottino 1975)

b/ C<sub>18:1</sub> (No saturado) = 36,7

c/ C<sub>20:5</sub> (No saturado) = 20,4

d/ C<sub>20:3</sub> (No saturado) = 13,6

e/ Los nombres dados se refieren sólo a los isómeros que se encuentran más comúnmente

f/ C<sub>20:5</sub> + C<sub>22:1</sub> = 11,6

g/ C<sub>18</sub> (No saturado) = 25,0

Véase también Maksimov, 1968; Morris, 1971 y 1973

Los lípidos del krill

Valores atribuidos en la literatura a la composición en ácidos grasos expresada como porcentaje del peso del total de ácidos grasos

		Total de lípidos - no fraccionados		Fracciones de lípidos complejos				Total de lípidos complejos TSUYAMA 1961, 5	
		Escala	Porcentaje	Total de lípidos complejos	Fosfatidil- glicerina	Fosfatidil- etilglicerina	Lisofosfatidil- glicerina		
Saturados	9:0			tr	0,1	0,2			
	10:0				0,3	0,5	1,8		
	11:0				0,1	0,2			
	12:0	0,2- 0,5	0,4		tr	0,2	1,3		
	13:0		0,1	tr	0,1	0,2	4,2		
	14:0	4,1-14,6	10,9	3,0	3,4	2,6	8,3	x	
	15:0	0,4- 0,9	0,7	0,7	1,1	1,5	5,9		
Insaturados	16:0	11,1-24,4	18,0	25,1	25,9	18,8	34,2	x	
	18:0	0,0- 1,7	1,2	1,2	1,1	1,7	4,1	x	
	20:0	1,9- 1,6	1,3			0,2		x	
	22:0	0,1- 0,2	0,2	0,3	0,2		0,1	x	
Total de saturados		29,8-39,7	50,7	30,3	32,3	26,1	59,9		
No saturados	18:2	1,7- 4,2	3,0	2,3	2,4	1,4	1,1	x	
	18:3	1,1- 1,3	1,2	1,8	2,2	0,8	0,2	x	
	20:4	0,4- 1,7	1,0	1,5	1,9	0,4	2,1		
	Total de esenciales)		(4,0-6,7)	(5,2)	(5,6)	(6,5)	(2,6)	(3,4)	
	No esenciales	11:1					0,1	0,1	2,3
		12:1			0,1				
	Esteroides	13:1				tr	0,1	2,8	
		14:n	0,2- 0,8	0,4	tr		tr	1,6	
		15:1	0,1- 0,2	0,1			0,1		
	Alcoholes	16:n	6,3-11,7	8,7	2,9	2,8	1,3	4,2	x
		17:1	0,2- 1,4	0,7	0,1	0,1		tr	
	Alcoholes	18:1	9,7-21,3	18,8	14,3	13,2	21,8	12,3	x
		18:4	0,4- 2,8	1,8	3,8	4,7	0,6	1,2	
	Alcoholes	20:1	0,8- 2,4	1,1	0,8	0,9	0,3	0,2	
		20:2	0,0- 0,1	0,1					
		20:3	0,4- 0,6	0,5	1,1	0,3	1,3	tr	
		20:5	13,1-25,3	17,8	22,3	22,5	20,3	6,5	
21:2							0,1		
Alcoholes	21:3			tr	3,8	4,5	1,6		
	22:1	0,5- 1,2	0,8						
	22:3		3,7	0,5	0,5	0,1			
	22:4	0,2- 0,3	0,2						
Alcoholes	22:5	0,2- 0,4	0,3	0,1					
	22:6	3,3-15,3	9,7	15,2	11,8	20,8	2,5		
Total de no saturados		50,2-71,4	69,9	69,7	67,7	73,9	38,7		
Total			100,6	100,0	100,0	100,0	98,6		

a lipólisis durante el almacenamiento de las muestras congeladas. La semejanza entre la composición de los lípidos en el cuerpo entero, en los órganos y en el resto de la carne parece indicar que los lípidos orgánicos se diferencian poco (Bottino 1974). La mayor parte de los lípidos se encuentra en la región torácica.

Clarke (1980) analizando muestras de krill extraídas alrededor de las Georgias del Sur entre enero y marzo, encontró que el contenido de lípidos varía mucho con la madurez sexual. Los machos contenían 2-4% de lípidos, los animales inmaduros 4% (pero aumentaba a 5-6% a fines del verano) y las hembras maduras 5-6% (algunas tenían hasta 9%). Las hembras grávidas perdían el 60% de sus grasas después del desove. El mismo autor señaló la presencia de 4% de ácido fitánico y sólo vestigios de ceras, lo que confirma anteriores investigaciones.

### 3.4- Vitaminas

El krill es una fuente potencial de vitamina A, D y del grupo B. Tienen sumo interés la vitamina A y sus precursores. La astaxantina está presente en cantidades apreciables (hasta de 3 mg por ciento) principalmente en el exoesqueleto y en los ojos (170 mg %) (Mauchline y Fisher (1969), Fisher y col. (1955), Arai, Watanabe y Kinumaki (1976); Clarke (1980). Es este pigmento el que da al krill su característica coloración rojo-anaranjada. La provitamina A ( $\beta$  caroteno) se halla presente en menor medida (20  $\mu$ g%). La vitamina A se deposita en los ojos (20mg%) con una concentración neta en el krill entero de 140  $\mu$ g % (Grantham 1979).

La vitamina B<sub>12</sub> existe en cantidades mayores que las que suelen tener los crustáceos (Hirano, Kikuchi y Okada 1964).

En el cuadro 10, extraído de Grantham 1979 puede observarse el contenido en vitaminas del krill antártico.

### 3.5- Minerales

En el krill entero se han encontrado alrededor de 30 micro y macro elementos. El krill es rico en calcio, cobre, hierro, magnesio y fósforo y contiene una cantidad escasísima de metales pesados y de radionucleótidos.

Grantham 1979 señala la siguiente composición promedio en mg/100 g de krill entero: Al: 5,5; As: 0,06; Ca: 124; Cd: 0,05; Cl: 900; Cr: 0,36; Cu: 2,6; Fe: 4,1; Hg: 0,006; K: 253; Li: 4,5; Mg: 4267; Na: 313; P: 6737; Pb: 0,9; Si: 3,0; Ti: 0,4.

### 3.6- Contenido de fluoruros

Un aspecto muy importante a señalar es el contenido de fluoruros del krill antártico. En experimentos en los que la

ANEXO 40

Las vitaminas del grupo B

Valores atribuidos en la literatura a la composición en vitaminas del grupo B, expresada en mg/100 g de peso en húmedo

	TAMM 1971	WATFORD 1958	GLISBERG 1971	MANCHINA 1969	SCHRIEBER 1975	BYKOV 1975 <sup>a/</sup>	TRACONABO 1976	ANZI 1976	FISHER et al 1955	HITANO 1964	Bacala	Procedio	Ingesta diaria recomendada (adultos) mg
<u>GRUPO A</u>													
Vitamina A	114	750	50-700	81-140	117-150	100-300	166-209		140-550		50-700	281	750-1 500
β-caroteno			x			10-30			600-3 600		10-30	20	
Ascorbina	3 120			1 650				3 700-2 700			500-9 700	3 594	
<u>GRUPO B</u>													
B1 tiamina			12-37			x					12-37	25	1 200
B2 riboflavina	158		520		100	100-200					100-520	216	1 850
B6 Piridoxina	110				100	x					100-110	105	2 000
B12 Cobalamina	16		18		16					16	16-18	17	2,5
Niacina	7 000				7 000	7 000						7 000	20 000
Acido panco-ténico	1 500				1 500	x						1 500	10 000
Biotina	10				10	x					66-70	68	
Acido fólico	66				70	x							
<u>GRUPO D</u>													
Vitamina D			x									x	2,5
Provitamina D			x			3						3	
<u>GRUPO E</u>													
Tocoferol							244-761				244-761	513	

a/ Bykov cita en su trabajo a Maistruk con los valores de esos datos expresados en mg%; aquí se indican en mg

x = presentes según los informes

harina de krill fué usada como forraje se observaron una serie de cambios anatómicos negativos en los animales de experimentación (Pasturzerwska y col. 1979; Mroz, K. 1979); la harina de krill utilizada contenía una concentración elevada de fluoruros.

Soevik y Braekkan (1979) y Szewielow (1981) entre otros autores han realizado determinaciones de fluoruros sobre krill entero y sobre varias partes de krill. Soevik y Braekkan utilizando un electrodo selectivo para fluoruros encontraron 2.400 mg/kg en el krill entero, 570mg/kg en el músculo, 3.330mg/kg en el exoesqueleto, 3690mg/kg en el cefalotorax y 4260mg/kg en la caparazón expresados en materia seca libre de grasas.

Szewielow (1981), usando también un electrodo selectivo encontró 530 a 830 mg/kg en el krill entero; 950 a 1800 mg/kg en la caparazón con podios, 2000 mg/kg en la cabeza con antenas y 50 a 100 mg/kg en el músculo expresados sobre materia seca..

Como vemos los resultados son muy diferentes. Si consideramos que en los E.E.U.U. la Food and Drug Administration considera como límite superior permisible para la alimentación humana 100 mg/kg calculada como fluoruro de sodio, según los resultados de Soevik y Braekkan el músculo de krill excedería esos límites, mientras que estaría dentro de ellos si los resultados de Szewielow se confirmaran.

Christians y Leineman (1980) realizaron un interesante trabajo sobre los fluoruros en el krill. Por una parte confirmaron los resultados de Soevik y Braekkan para krill entero ya que encontraron 1111-1900 mg F<sup>-</sup>/kg de masa seca libre de grasas. Sin embargo encontraron cantidades más bajas de fluoruros en carne: 110-360 mg/kg y más altas en el caparazón: 9000 mg/kg. Sus datos fueron repetidos en otros laboratorios confirmando sus resultados. A los autores les parecía biológicamente inexplicable que en el músculo se encontraran niveles tan elevados de fluoruros y pensaron si no se produciría un desplazamiento del caparazón a la carne en el krill muerto, hipótesis que confirmaron esteracionando krill después de la captura y centrifugándolo para separar humores a intervalos entre 1 y 9 horas de su captura. Los autores encontraron que los fluoruros aumentaban su concentración en los humores con el tiempo. Siendo inicialmente de 62-76 mg/kg subían a las 9 hs. a 120-135 mg/kg. También aumentaban cuando se lo mantenía congelado a -30°C.

Los mismos autores señalaron que los fluoruros disminuían en la centrifugación para eviscerar y en el cocimiento a vapor del músculo. Por último señalaron que tratando la carne de krill por inmersión durante 2 minutos en solución de ácido cítrico al 2% el contenido en fluoruros descendía de 75 mg/kg a 17mg/kg señalando un camino de pre elaboración que permitiría el uso de sus productos en la alimentación humana.

En un trabajo posterior (Christians, Leineman y Manthley

1951) se confirmaron los resultados de Christians y Leineman (1950) señalando que la carne de krill fresco contiene sólo 5-10 mg/kg de fluoruro, cantidad que es la que corresponde también a otros peces de mar.

Los autores señalaron que directamente después de la pesca comienza un desplazamiento del fluoruro del caparazón a la carne. En el krill estacionado en seco a  $2^{\circ}\text{C}$  a las 5 horas se duplica la cantidad de fluoruros del músculo (de 13 mg/kg sube a 36 mg/kg de materia seca. En el krill estacionado en agua de mar el aumento es más lento, y a las 8 hs. de estacionamiento a  $2^{\circ}\text{C}$  aún no se ha duplicado el contenido en fluoruros.

Los mismos autores obtuvieron con un separador de espaldas BAADER 594 un picadillo de krill con un contenido de fluoruros de 500 mg/kg, que tratado en una decantadora que separó restos de caparazón dió un producto con 70-80 mg/kg de fluoruro en la sustancia seca. Este contenido permite la elaboración ulterior para obtener un producto alimenticio.

Por otra parte no debemos olvidar que en 1950 Tiews, Manthey y Koops estudiaron el efecto de la harina de krill en la alimentación de truchas encontrando que los fluoruros no se acumulaban en los tejidos musculares de dichos peces, pero sí en el esqueleto donde alcanzaba niveles de 3.100 mg/kg.

Las implicancias que estos aspectos tienen para posibilitar el uso de productos de krill en la alimentación humana y animal señalan la necesidad de profundizar adecuadamente estos estudios aunque los trabajos de Christians y colaboradores abrieron el camino hacia el aprovechamiento del krill como fuente de proteínas que parecía cerrado después del trabajo de Soevik y Brackkan.

### 3.7- Quitina

Yanase (1975) estudió la composición química del exoesqueleto del krill señalando que el rendimiento de exoesqueleto es de 34,9% del krill entero y el contenido de quitina 7,08 % sobre base seca libre de lípidos. Fraile y Locati 1979 encontraron estudiando siete capturas de krill en diferentes estadios de desarrollo que la quitina oscilaba entre 2,1 y 4,4% del peso seco del krill entero datos que concuerdan con los señalados en la literatura (Arai 1976, Raymond 1971, Sidhu 1970).

Estos datos señalan a la quitina como un subproducto potencialmente valioso de la explotación del krill.

### 3.8- Enzimas

Se han aislado y purificado varias enzimas de krill antártico.

En los extractos crudos de krill se determinaron niveles de actividad específica de proteasas superiores en un orden de magnitud a los encontrados en otros crustáceos ( Ching-San Chen y col. 1978). Los mismos autores aislaron cinco proteasas al fraccionar los extractos con pH óptimos de 9,0; 8,0; 7,5 y 7,5-8,0.

Por otra parte Nagayama y col (1979) investigaron las propiedades de lipasa, carboxilesterasa y catecol oxidasa en los extractos de krill y Ohshima y Nagayama (1980) aislaron una catecol oxidasa cuyas propiedades estudiaron comparativamente con una tirosinasa de origen fúngico y señalaron la necesidad de enfocar nuevas investigaciones para relacionar el fenómeno de oscurecimiento del krill con la actividad de la catecol oxidasa.

#### 4- PROCESAMIENTO

##### 4.1- Inestabilidad de la materia prima

Una vez capturado el krill se deteriora muy rápidamente. En pocas horas las enzimas proteolíticas que contienen sus órganos digestivos producen una activa autólisis, primero del hepatopancreas y estómago para generalizarse rápidamente a todo el cuerpo. Se produce un aumento de sustancias nitrogenadas no precipitables por el ácido tricloroacético que se pierden gradualmente por goteo con la consiguiente pérdida de peso del material.

A una temperatura de 5-7°C el contenido total de nitrógeno de bases volátiles aumenta, según Lagunov y col, (1974) y Kryuchikova y Makarov (1969) de 5-6mg% a 17 mg% en 24 horas, 31 mg% en 48 hs. y 66 mg% a las 72 horas. Locati, Espeche y Fraile (1980) señalaron un aumento de 18-38 mg% a 43-75 mg% a las 72 horas de almacenamiento a 0-2°C..

Por otra parte, como lo señalamos inicialmente, el krill apenas pescado se vuelve más opaco, primero el cefalotorax y luego el músculo, y comienza la autólisis del cefalotorax, el músculo firme al principio se ablanda lentamente. El contenido de alfa amino nitrógeno aumenta de 0,047 a 0,107 a 0,2% a las 6 horas de almacenamiento a 0-2°C y 0,620% a las 20 horas produciéndose una pérdida por goteo que a las 4 horas representa el 12,5-16% del contenido de nitrógeno total (Locati, Espeche, Fraile, 1980) por otra parte Il'ichev (1967) había señalado una pérdida de peso del 15% después de tres horas a 18-21°C. Cuando el almacenamiento se hace en pilas de más de 40 cm de altura los órganos del cefalotorax se rompen y el efecto se acelera.

Andreev (1976) señala los cambios que se operan en el krill cuando se lo almacena a bordo en tanques a 3-5°C. Durante las primeras dos horas el krill se mantiene opaco, de color rosado, la caparazón brillante, las extremidades completamente apretadas contra el cuerpo. El cuerpo elástico, la forma arqueada. Al estirarlo se pone tenso y al soltarlo adquiere nuevamente la forma arqueada. El pH baja de 7,8 a 7,56 el alfa amino nitrógeno de 0,203% aumenta a 0,210%. Durante esas dos horas el krill pierde peso pero se trata del agua de mar que se encuentra en la superficie del krill y entre las extremidades, luego se inicia la pérdida por proteólisis. El pH aumenta nuevamente a 7,90-7,98.

Además de los fenómenos señalados hay cambios en la coloración. En pocas horas se hace más pálido, pierde transparencia, toma un color amarillento y luego aparecen manchas parduzcas en la caparazón que se inician en la zona del cefalotorax para extenderse a las patas. En esas condiciones el material es rechazado para productos de uso humano.

Esta pigmentación es bien visible a las 3 horas de almacenamiento a 0-5°C y si se utiliza este material para obtener harina está tiene una coloración grisácea que disminuye su valor.

Los cambios de pigmentación fueron señalados por Lagunov (1974); Yanase (1974), Il'ichev (1967), Locati y otros (1980), Grantham (1979), Andreev (1976).

El krill es, por otra parte un excelente sustrato para el desarrollo de bacterias las que producen al multiplicarse el deterioro del material. Recién capturado el krill contiene bacterias aerobias viables en número correspondiente al orden de  $10^2$  a  $10^3$  (Locati y col. 1980; Espeche y Fraile, 1978).

Fevolden y Eidsa (1981) señalaron que los recuentos de bacterias de E. superba capturada en el mar de Weddell fueron menores que las del krill capturado en otros lugares. En la flora bacteriana del krill recién capturado predominan bacterias psicrótroficas que se reproducen rápidamente al almacenarlo a baja temperatura.

Las bacterias predominantes pertenecen a los géneros Pseudomonas spp, grupos II y III-IV de Shewan, Moraxella-like, Acinetobacter, Flavobacterium, Alcaligenes, Vibrio y Micrococcus (Espeche, Fraile; 1978; Locati, Espeche, Fraile 1980, Fevolden, Eidsa, 1981; Kelly y col. 1978). En el almacenamiento a 0-2°C estas bacterias se reproducen alcanzando al tercer día cifras en los recuentos del orden de  $10^2$  -  $10^6$  y al quinto día  $10^7$  -  $10^9$  con aumento en el valor del nitrógeno de bases volátiles totales y cambio en el olor del producto. Primero se nota una pérdida del aroma característico del krill y luego aparecen olores desagradables. Pero el deterioro bacteriano es tardío, aparece cuando ya el material está deteriorado por acción enzimática de las proteasas del hepatopancreas que producen proteólisis y de las catechol oxidasas (Ching-San Chen y col, 1978; Nagayama y col. 1979; Ohshima y col. 1980) que producen las manchas oscuras en el krill.

Otro de los aspectos que debe señalarse es el problema ocasional de una coloración verdosa en los productos de krill. Esta obedece probablemente a la elaboración de krill enteró capturado mientras se alimenta con fitoplancton que aún se encuentra no digerido en su aparato digestivo y que también contribuye a la alteración del sabor. Ya hemos comentado la posibilidad de evitar la captura de krill en estas condiciones y por otra parte se han realizado investigaciones para eliminar el contenido del sistema digestivo (por ejemplo por centrifugación del krill capturado).

El efecto combinado de los diversos factores ennumerados hace del krill un material muy inestable que sólo puede mantenerse a temperatura ambiente durante períodos muy limitados antes de elaborarlo, y también se altera, más lentamente a tempe

raturas de 0-2°C. En consecuencia no parece ser practicable transbordar la captura de un barco a otro barco factoria y me nos aún conducir la carga refrigerada en pilas a una planta ubicada en tierra. Hasta el momento parece ser indispensable la estabilización del krill a bordo del pesquero por congelamiento o cocimiento y congelamiento o por otros sistemas que describiremos más adelante.

Entre los investigadores rusos parece haber consenso de que el Krill no debe mantenerse durante más de una hora a 10°C antes de la elaboración o durante 3-4 horas a 0-7°C y que no deben hacerse con el pilas de más de 30 cm (Kryuchkova y Makarov, 1969, Lagunov y col 1974; Andreev, 1976). Estas observaciones han sido confirmadas por las expediciones de Polonia y Alemania Occidental, además esta última ha visto que el krill adolescente es más susceptible que el adulto a la degradación en la manipulación y el almacenamiento y que el tiempo de retención debe reducirse en consecuencia (Flechtenmacher y col. 1976). En nuestra experiencia el krill a las 8 horas de almacenamiento en pilas de menos de 30 cm de altura comienza a mostrar manchas oscuras en la cabeza aunque el músculo aún es firme y el sabor agradable, dulce.

Se han realizado estudios sobre las modificaciones de las proteínas del krill en el almacenamiento a diversas temperaturas y se estudió el efecto del almacenamiento bajo agua de mar y el efecto del pH del medio sobre el deterioro.

Seki y col (1975) habían señalado que la proteína total del krill entero, estimada en 13,0g por 100g después de 20 horas de almacenamiento a 4°C decrecía a 8,6g por 100g y la relación de proteínas solubles en agua a proteínas totales aumentaba marcadamente sugiriendo la presencia de una proteasa activa, que como vimos fué posteriormente aislada y estudiada (Konagaya, 1980; Ching-San Chen y col, 1978; Noguchi y col, 1976).

Shibata, N (1979) estudia en su trabajo las variaciones de las proteínas solubles en soluciones salinas, en agua e insolubles del krill almacenado bajo diferentes condiciones a bordo del buque pesquero señalando el efecto de trabajar con agua potable o con agua de mar en el almacenamiento y manipuleo y el efecto del congelamiento sobre las distintas fracciones proteicas.

El proceso de autólisis de las proteínas del krill es afectado por la temperatura y el pH. La temperatura óptima es de 45-50°C y el pH óptimo es >7,0 (Kubota y Sakai, 1978). La autólisis se hace más lenta al bajar la temperatura y el pH y cesa cuando se trata un homogenizado de krill durante 10 min a 50°C y pH 2,8 por inactivación de la enzima. A 0°C y pH 2,2 la actividad enzimática desciende a 38% en consecuencia el efecto combinado de temperatura y pH probó ser efectivo para la inactivación de la proteasa de krill (Kubota y Sakai, 1978).

Kawamura y col (1980) señalaron que a 20°C a las 3 horas el 49% del nitrógeno total del krill entero se había transformado en nitrógeno soluble en ácido tricloroacético mientras que en los cefalotórax separados el 55% del nitrógeno total estaba ya constituido por sustancias solubles en ácido tricloroacético, en cambio en las colas separadas la hidrólisis solo alcanzaba al 32% del nitrógeno total.

#### 4.2- Manipulación y pre elaboración

Como vimos cuando tratamos los métodos de captura, con índices de 5 a 20 toneladas/hora será necesario contar con medios adecuados de manipulación mecánica, especialmente teniendo en cuenta la probabilidad de que la recolección sea viable sólo si las operaciones pesqueras no tienen que interrumpirse para la manipulación y elaboración de la captura (Grantham, 1979).

Las operaciones de manipulación dependerán de los métodos de captura empleados. Si la red de arrastre o de cerco de jareta se vacía por bombeo estará indicado el uso de agua de mar fresca o enfriada para el acarreo y almacenamiento transitorio. Si la captura se va a utilizar total o parcialmente para la obtención de carne de colas o si el producto va a ser krill entero crudo o cocido congelado el sistema deberá conservar la integridad física de los animales y el transporte por bombeo es recomendable.

Si la captura va a reducirse a harina pueden usarse medios mecánicos para su manipulación. Según Grantham (1979) una tercera posibilidad sería el acarreo neumático.

Cualquiera sea el método utilizado es importante que no se mezcle el material de una captura con el de otra posterior. Por las características de inestabilidad del krill es necesario respetar el orden de captura de tal manera de minimizar, en cada caso, el tiempo de almacenamiento transitorio, es decir entre la pesca y la elaboración. También es necesario evitar la contaminación bacteriana cruzada y el sistema debe evitar en lo posible la mucosidad autolítica que se produce en el transporte y almacenamiento para no incrementar las velocidades de las reacciones enzimáticas que producen el deterioro del krill.

Grantham (1979) en su informe realiza un análisis de las ventajas y desventajas de tres sistemas de transporte del krill: 1) Tuberías o canales de agua de mar; 2) sistema neumático; 3) sistema mecánico: transportadoras o dragas.

1) Sistema de tuberías o canales de agua de mar, presenta las siguientes ventajas: a) Compatibilidad con la utilización de la bomba para pescado para vaciar la red. b) Mejoramiento de las propiedades del almacenamiento (especialmente si se usa agua enfriada). c) Acción de lavado. d) Compatibilidad con la elección de la clasificación por flotación en líquidos.

e) Compatibilidad con el almacenamiento en agua de mar. f) Facilita la logística de la distribución. g) Puede ir cerrado, el conducto (tuberías). El sistema presenta las siguientes desventajas: a) Bloqueo (especialmente en las tuberías). b) Limpieza (de las tuberías). c) Superficie del agua al descubier to (canales). d) Pérdida de nutrientes y absorción de salmuera. e) Escaso rendimiento por unidad de esfuerzo. f) Necesita perfeccionamiento.

2) Sistema neumático, presenta las siguientes ventajas: a) Compatibilidad con la elección de la clasificación mediante aire. b) Compatibilidad con el procedimiento de congelación individual rápida del krill entero. c) El conducto va cerrado. d) Facilita la logística de la distribución. El sistema presenta las siguientes desventajas: a) Problemas de higiene. b) Daño por la velocidad elevada de transporte. c) Limpieza. d) Escaso rendimiento por unidad de esfuerzo. e) Bloqueo. f) Necesita perfeccionarse..

3) Sistema mecánico: transportadoras o dragas, presenta las siguientes ventajas: a) Compatibilidad con el sglabardeo. b) Elevado rendimiento por unidad de esfuerzo. c) Sencillez. d) No hay deformación antes de la elaboración. e) Tecnología existente. El sistema presenta las siguientes desventajas: a) Daños durante el transporte y el almacenamiento en tránsito. b) Dificultades de distribución. c) No ejerce ninguna acción de lavado. d) Mantenimiento.

Schreiber y Flechtenmacher (1973b) propusieron un sistema de transporte por cintas y otro de conductores de plástico de 9 cm de diámetro impulsados por corriente de agua que ellos usaron exitosamente.

Por ser la captura discontinua habrá que contar con un cierto tiempo de almacenamiento del krill en tránsito ya sea continuo o discontinuo el procedimiento de elaboración a bordo.

Según Grantham (1979) un barco que capturase 300 ton.día rías necesitaría una capacidad de almacenamiento en tránsito de decenas o quizás centenas de toneladas.

Suponiendo un rendimiento de producción por hora basado directamente en el índice diario de captura, los tiempos de almacenamiento serían de hasta 8 horas.

Vistas las observaciones realizadas por los investigadores rusos (Kryuchkova y Pakarov, 1969; Lagunov y col, 1974; Andreev, 1976) el krill no debe mantenerse más de 3-4 horas a 0-7°C en pilas de no más de 30 cm, observaciones confirmadas por las expediciones de Polonia y Alemania Occidental y nuestras observaciones que señalaron cambios en la coloración del krill antes de las 8 horas de almacenamiento a 0-2°C, de nin-

guna manera sería posible almacenar el krill en pilas a temperatura ambiente entre la captura y el procesamiento.

En consecuencia se ensayaron otros sistemas de almacenamiento que redujeran la velocidad de la autólisis y el manchado del krill que son causas iniciales del deterioro.

Igarashi y col (1978) envasando krill en bolsas de membranas con distinta permeabilidad al oxígeno y en atmósfera de nitrógeno demostraron que el oscurecimiento en el color del krill puede prevenirse evitando el contacto con el oxígeno atmosférico.

En consecuencia, en el almacenamiento en tránsito del krill debe evitarse su contacto directo con el oxígeno del aire. El método más sencillo para lograrlo es utilizando el agua de mar. En efecto las expediciones de Chile, Noruega y Alemania Occidental han mostrado que el krill mantenido en agua de mar a 1-2°C o en pilas regadas con agua de mar a esa temperatura puede conservarse hasta ocho horas (Flechtenmacher y col, 1976) y que el krill almacenado en agua de mar refrigerada o en agua de mar y hielo a temperaturas de -4-0°C se conserva con éxito hasta 3 a 4 días..

Nosotros (Locati, Espeche, Fraile, 1978) trabajando a bordo del buque de captura con agua de mar a 0-2°C encontramos que después de tres días el krill aún no se había manchado y que después de 30 horas aún no se había lisado el hepatopanereas ni se habían alterado el olor y sabor del krill.

Es necesario investigar más la idea del almacenamiento en agua de mar ya que parece ofrecer el único método viable para la conservación de la captura antes de su elaboración a bordo. Si puede confirmarse el índice de 3 a 4 días, esto significa también la posibilidad de entregar materia prima fresca a los buques nodriza o a las bases costeras situadas en el área inmediata (Grantham 1979).

Es necesario profundizar los estudios para señalar un índice óptimo de velocidad de circulación del agua de mar para evitar la acumulación de bacterias y mucosidades; la densidad y altura de las pilas en el almacenamiento, la temperatura óptima, etc..

Locati y otros, 1979 encontraron que cuando el krill se mantenía bajo agua de mar, sin renovación, el aumento de bacterias aerobias por gramo de krill que tenía un valor inicial de  $3,7 \times 10^3$  alcanzaba después de cuatro días valores de  $3,6$  a  $4,3 \times 10^7$  con producción de olores extraños. Es probable que al renovar el agua haya un efecto de lavado del krill eliminando enzimas proteolíticas y evitando el aumento del número de bacterias.

Schreiber y Flechtenmacher (1978) mantuvieron exitosamente krill almacenado bajo agua de mar tomada directamente por la borda ( $1^{\circ}\text{C}$ ) con entrada y salida para su renovación durante 7 horas.

Posiblemente, para este sistema, el krill deberá estar intacto, ya que los daños sufridos por la caparazón, la carne o los órganos conducirán a la pérdida de muco-sidad autolítica, del sabor, color y sustancias solubles en soluciones salinas y a la absorción de agua y de sal del medio. La pérdida de proteínas solubles en soluciones salinas conduciría a una pérdida de rendimiento, valor nutritivo y de proteínas que contribuyen a la firmeza de la textura en las carnes intactas y la funcionalidad de extractos y aislados (Grantham, 1979).

Yanagimoto y col (1981) estudiaron el comportamiento de la carne de krill expuesta a agua potable o salina en relación con su contenido de humedad y elución de componentes solubles señalando los cambios observados.

La idea de mantener el krill vivo es muy interesante, ya que permitiría no sólo aumentar el tiempo de almacenamiento sino también la posibilidad de que se vaciara de todo el fitoplancton no digerido. Sin embargo la fragilidad del krill hace que las dificultades prácticas de transbordo y almacenamiento sean probablemente invencibles con los sistemas actuales de captura.

Por lo tanto la técnica de preservación del krill desde la captura hasta el procesamiento deberá estar ligada al aislamiento del material del contacto directo con el oxígeno del aire y a la variación de las condiciones de pH de la solución para evitar la rápida multiplicación de las bacterias psicrotróficas y disminuir la velocidad del proceso de autólisis.

Yamamoto, J. y otros (1979) proponen en una patente el uso del ácido fosfórico y del ácido cítrico por separado o conjuntamente en concentraciones del 0,1 al 10% como inhibidores de la autólisis. Los autores sugieren sumergir el krill en soluciones de dichos ácidos en agua de mar, dejar en contacto un tiempo y luego congelar. Señalan que al descongelar no se observa casi pérdida por goteo del krill.

Martin R.E. (1979) señaló que investigadores daneses lograron conservar krill durante tres o cuatro días bajo agua de mar refrigerada con  $\text{CO}_2$  a  $-1,5^{\circ}\text{C}$ . Este procedimiento como el uso de ácidos orgánicos para descender el pH de la solución conservadora deben ser estudiados en profundidad ya que podrían posibilitar el transbordo del krill del buque de captura a un buque factoría o a una factoría ubicada en tierra firme en las proximidades de la zona de captura.

#### 4.3- Exisceración

Se ha señalado que en muchas oportunidades el krill capturado está muy cargado de fitoplancton aún no digerido, lo que modifica los caracteres organolépticos: color verde del cefalotórax y sabor modificado. Por otra parte los problemas vinculados con la inestabilidad del krill: cambios de color, autólisis, sabor pueden atribuirse en gran parte a los órganos contenidos en el cefalotórax (hepatopancreas, estómago, corazón, ovarios), de allí que su separación se ha considerado de gran interés para mejorar la calidad de los productos a obtener.

La separación de los órganos o vísceras puede lograrse de dos maneras: a) separando el cefalotórax completo, es decir decapitando. b) separando los órganos o vísceras.

Gnantham (1979) señala que la industria de elaboración de los camarones ha buscado técnicas de decapitación mecánica sin éxito, aunque los peladores de tambor cumplen también esa función y parecen adaptarse bien al pelado del krill crudo. Pese a eso es un aspecto en el que convendría insistir.

La separación selectiva de los órganos dejando el resto del animal intacto parece ser posible por centrifugación o prensado moderado.

Un consorcio de tres compañías japonesas (Nichiro Gyo-sei Kaisha Ltd. y otros, 1976) ha registrado una solicitud de patente para un sistema de pelar krill que incluye esa técnica. Señala que la centrifugación a 1000 x g durante dos minutos del krill crudo fresco separa casi completamente el hepatopancreas y otros órganos dejando la carne intacta en el caparazón eliminando también el contenido del canal alimentario. Expediciones polacas y alemanas confirmaron este hecho señalando que sería necesario un lavado subsiguiente. La técnica, por supuesto, no es aplicable al krill cocido. Esta técnica es interesante y merece ser estudiada más profundamente.

#### 4.4- Separación de la carne de colas enteras.

Dado el elevado contenido de fluoruros de la caparazón del krill es probable que la mayoría de los productos derivados se obtengan en un futuro de la carne o jugos libres de quitina.

Si se confirma para el músculo de krill un bajo contenido de fluoruros, es probable que los productos de más valor económico se obtengan de la carne de colas intactas sin caparazón. Gnantham (1979) dice que se han señalado y rechazado varias técnicas para pelar krill: desecación y cribado, vareado en fresco, reducción a trozos irregulares y clasificación por filtración o por aire; descompresión explosiva por vacío; etc.

Sin embargo con dos técnicas se han obtenido resultados alentadores y ellas son: a) pelado por frotamiento del animal congelado y b) pelado por rodillos.

El sistema de frotamiento del krill congelado ha sido creado por los japoneses y la única fuente de información es la solicitud de patente de Nichiro Gyogyo Kaisha y col. (1976). Grantham señala como muy probable que se haya ensayado a bordo del arrastrero Taiyo fletado por JAMARC en la campaña 1976/77. El procedimiento entraña la evisceración centrífuga ya descrita seguida de lavado, cocción a unos 35°C en agua de mar y refrigeración. Estas operaciones dan lugar a una contracción de la carne y a una pérdida de líquido de 25% aproximadamente. Tal líquido sale del espacio que queda entre la carne retraída de la cola y la caparazón por centrifugación ulterior a 1000 x g. A continuación se somete al krill a una congelación rápida individual (no se especifica la forma de hacerlo) a menos de 35°C bajo cero. El krill congelado se somete después a limpieza con el sistema de "chorros de arena" que se realiza con un chorro a alta velocidad de gránulos de plástico duro inerte en un tambor rotatorio perforado durante unos tres minutos. La operación produce un fortamiento completo de las caparazones, ojos, branquias, antenas y patas, que quedan separadas, junto con los gránulos mediante el trabajo del tambor. Se sostiene que el procedimiento da un rendimiento de 15% de carne entera de alta calidad.

El Morski Instytut Rybacki (Instituto de Pesca Marítima) de Gdynia, Polonia, ha creado un método semejante que es objeto de una solicitud pendiente de patente del que no hay detalles completos, pero según Grantham (1979) el krill se hierva, se somete a congelación rápida individual y se pela mediante abrasión centrífuga continua en una máquina que se cree semejante a una peladora de papas. Después los fragmentos del caparazón y los apéndices se separan de la carne de cola mediante clasificación por aire. El rendimiento de la carne sería de 16 a 20%. La carne se fragmenta en partículas de 3 a 6 mm de longitud y a 2 a 4 mm de diámetro, tiene aspecto atrayente conservando la pigmentación estriada de la superficie muscular. El contenido de caparazón es inferior al 1% y organolépticamente indetectable, ocasionalmente puede hallarse algún ojo. El procedimiento fue probado en pequeña escala en la expedición antártica polaca 1976/77 y se aplicó gradualmente a mayor escala.

Los procedimientos señalados congelan la carne del animal individualmente lo que puede constituir una ventaja en la manipulación a granel, la elaboración ulterior y el mercadeo, pero es preciso poner mucha atención en el envasado y almacenamiento para evitar el enranciamiento oxidativo y la desecación, también hay que tener en cuenta que la densidad en el almacenamiento a granel será también menor que la de los productos congelados en bloque.

El pelado de krill mediante peladoras de rodillo lo utilizó Chile en unión de los fabricantes de maquinarias Laitram y Skrmetta. Se cree que también Japón ha usado estas máquinas (Grantham 1979).

Se han comunicado buenos resultados en el pelado del krill crudo fresco a bordo del barco (Hale, 1976) y del krill crudo congelado en tierra. La calidad mejora si la operación se realiza a bordo y dentro de un plazo de una hora de la captura.

La máquina que se utiliza es la de rodillos paralelos contrarrotatorios creada para las especies Pandalus y Penaus de agua fría con pequeños ajustes necesarios para el krill. La Laitram Corporation posee patentes de invención (algunas ya caducadas) y la Skrmetta Machinery Corporation tiene algunas patentes de modificación.

Para su aplicación la materia prima debe ser cruda fresca o cruda congelada/descongelada, en cantidades de hasta 3.000 kg. No se ha podido pelar el krill cocido congelado, según se dice, por las escasas propiedades de lubricación que tiene el material en la peladora. Si existe la limitación fundamental de que sólo puede pelarse el krill crudo, el inconveniente que se presenta es el almacenamiento del material congelado en condiciones adecuadas para evitar su deterioro y la dificultad de que hay que descongelar y pelar rápidamente antes de que la autólisis y el oscurecimiento hagan el producto inaceptable. La materia prima se envía automáticamente a la peladora, en la que los rodillos paralelos inclinados contrarrotatorios arrancan la cabeza, la caparazón, las patas y antenas. Esta operación se hace con cantidades abundantes de agua corriente. La carne de cola se separa de los desperdicios en una separadora. Los datos disponibles son escasos. El rendimiento en carne pelada es de 15 hasta 29% (este último es el máximo conseguido con una cuidadosa disección manual. La calidad del producto es buena, las carnes son firmes, aunque a veces se encuentra algún ojo o fragmentos de caparazón. Se ha hablado de 150 a 400 kg por hora (de materia prima) por cada peladora. El consumo de agua es de 270 l/minuto en cada cadena. Sería preferible usar agua dulce en lugar de agua de mar para minimizar las pérdidas causadas por la lixiviación salina.

Laitram Corp. recomienda sus modelos PCA y PCS con los que dicen se obtuvieron 17 a 22% de rendimiento en ensayos realizados en Chile y 20% con krill capturado por barcos polacos y llevado a Seattle (Martín, 1979).

Schreiben (1979) señala que usaron una máquina descascaradora de rodillos (Skrmetta Machinery Co. Ltd.), se trataba de una máquina usada en la industria del camarón aunque algo modificada. La misma introduce el cuerpo del krill entre dos cilindros recubiertos parcialmente de goma que giran oscilan-

do en sentido opuesto presionando hacia afuera el músculo de la cola. Este se lleva con lluvia de agua de mar a un canal interceptor que lo lleva a un segundo aparato: el separador, donde rodillos metálicos opuestos lo liberan de restos de caparazón. Los productos obtenidos varían mucho y el aparato debe perfeccionarse. El rendimiento de la instalación era de 150 kg/hora de krill crudo. Los ensayos de incubación previa del krill dieron resultados más bajos y no pudieron descascar krill cocido con este equipo.

Los fabricantes mencionados están realizando ensayos para optimizar la producción con estas máquinas. Es recomendable que se insista en investigar la posibilidad de pelar krill cocido.

En el mercado japonés tuvieron éxito paquetes de 100 g de krill hervido pelado marcados a 60-75 centavos la libra.

Las barritas de krill empanadas (fingers) fueron introducidas en el mercado chileno y fueron aceptadas por los consumidores, fueron preparadas con el krill entero pelado. (Martin, 1979).

La Dalmor Sea Fishery y Fishing Service Enterprise, Gdynia señala que se obtiene un producto semejante a los señalados por un procedimiento creado por ellos (Kryszewski y Jasiewicz, 1977). Grantham, (1979) señala que hay poca información al respecto. El krill se cuece para solidificar y contraer la carne de la cola y luego se somete a tratamiento mecánico de dos fases, que parece exigir un tambor de rotación a alta velocidad y altas cantidades de agua. El rendimiento obtenido con un prototipo de 300 kg. por hora (de materia prima) fue de 10% pero se cree que perfeccionándolo podría llegar al 15%. Grantham (1979) señala que se cree que los rusos están creando un sistema de pelado, pero no hay ninguna información al respecto.

Para eliminar la caparazón del krill con la finalidad de obtener alimentos proteicos los japoneses desarrollaron varios sistemas algunos de los cuales no fueron de uso práctico por sus rendimientos, eficiencias de producción o por la calidad de los productos finales. Entre ellos mencionaremos los trabajos de: Terasa y otros, 1976; Terasa y Onishi, 1977; Ozaki y otros, 1977; Ozaki y Kimura, 1977; Uzaki y otros, 1978; Fujita, 1978..

Recientemente Kobayashi y Yanagimoto (1981) proponen el pelado y evisceración del krill mediante el empleo de un fuerte chorro de agua en un recipiente especial. Los autores usan agua de mar bombeada a través de un pico de abertura controlada. El procedimiento debe ser perfeccionado. Previamente Yanagimoto, Yoyama y Kobayashi (1979) habían propuesto la devisceración por el mismo método.

#### 4.5- Separación de la carne picada

Se basa en la utilización de máquinas deshuesadora del tipo de las usadas para recuperar carne adherente a los huesos, piel y tejido conjuntivo de animales y aves de corral, pescado y mariscos. Las técnicas que se aplican exigen el cribado mecánico o la filtración de la materia prima a través de perforaciones, mallas o ranuras. Se ejerce la presión mediante husillos, correas o rasquetas, o mediante centrifugación. Las máquinas de uso muy extendido son fabricadas por Arencó, Baader, Beehive, Bibun, Paoli y muchos otros. Los productos que se obtienen, con un rendimiento elevado de proteínas son de calidad inferior a la carne intacta.

Aplicada al krill crudo entero da un líquido poco denso inestable con rendimientos entre 29% y 35% (Grantham, 1979), obteniéndose los rendimientos más altos con separadoras de hueso de tipo correa y tambor perforado con tamaños de agujeros de 1,0 a 1,5 mm. Los rendimientos mejoran con la trituración previa (Kryuchkova 1970). Los residuos de caparazón, no más de 1%, pueden eliminarse por centrifugación o filtración.

El picado fresco es de coloración púrpura intenso, por la rotura de los ojos, pero se decolora rápidamente (Grantham, 1979).

La evisceración previa mejora la calidad del producto y puede hacerse por centrifugación, con una pérdida de rendimiento del 30%.

La cocción estabiliza el picado de krill entero, pero no enmascara los malos sabores que surgen del contenido de vísceras e impide posteriormente la explotación de las propiedades funcionales de las proteínas crudas.

Los alemanes occidentales, noruegos y polacos cocinan y lavan con soluciones salinas el krill antes de separar la carne picada. Esto da un producto de buen sabor aunque los globos oculares se endurecen durante el tratamiento de cocción y sobreviven intactos, visibles y separados en el picado final. Los rendimientos varían entre 40 y 35%.

La cocción después del picado del krill crudo da lugar a la termocoagulación o gelación que origina pasta de krill que analizaremos más adelante.

El residuo de la operación puede reducirse a harina dando un producto con un alto contenido de fluoruros o utilizarse como fuente de quitina o de pigmento.

Christians y col (1931) en sus estudios sobre los niveles de fluoruros de la carne de krill utilizaron una separa-

dora de espinas BAADER 694 para obtener la masa de carne de krill crudo que trataron posteriormente en una decantadora para separar los restos de quitina. El contenido de fluoruros de la masa obtenida fue de 70-80 mg/kg en la sustancia seca. Este nivel permite la elaboración posterior para obtener un producto alimenticio. La masa cruda fué coagulada con microondas y previamente condimentada obteniendo un producto de masa sólida con sabor a cangrejo.

Los nuevos procesos de elaboración y el desarrollo de máquinas de mondar adecuadas tal vez permita contrarrestar la contaminación de la carne de krill con fluoruros desde el caparazón y de esta manera aplicar productos derivados de la carne a la alimentación humana y animal.

#### 4.6- Pastas de krill

En 1970 un investigador ruso (Kryuchkova, 1970) propuso un método para obtener un jugo proteínico prensando el krill crudo fresco. Las proteínas del jugo eran posteriormente concentradas o coaguladas por calentamiento para producir una pasta que llamaron "Okean".

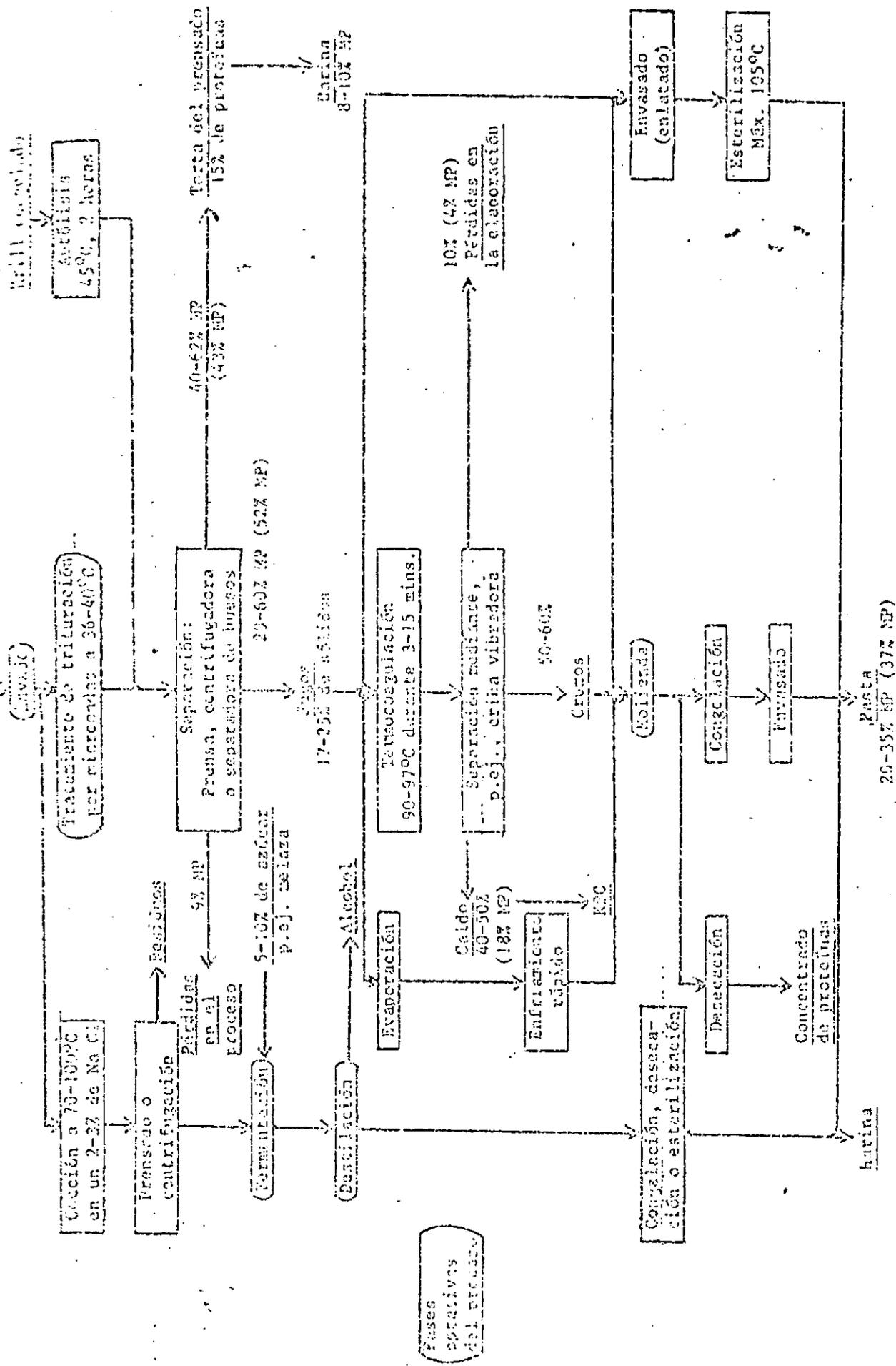
Los rusos desarrollaron una unidad denominada AKP-UNIOR (Kryuchkova, et al, 1971) para producir la pasta a bordo. Consistió en una prensa de husillo, un colector, una bomba de engranajes, un coagulador a tornillo elicoidal, una criba transportadora y una trituradora. Admite hasta 1000 kg por hora y produce 200-300 kg por hora. El coagulador es un tambor con camisa exterior dotado internamente de un tornillo rotatorio, perforado en toda su extensión para permitir la inyección de vapor vivo (Grantham 1979).

La empresa noruega Rieber y Son, Bergen ha construido un coagulador de reciclaje de circuito continuo y un enfriador instantáneo de descarga con la posibilidad de escoger la evaporación instantánea en lugar de la separación. Se ha instalado una planta piloto en un arrastrero ruso (Grantham, 1979).

El método básico comprende las fases siguientes:

- a) Reducción preliminar optativa del tamaño del krill fresco.
- b) Separación de jugo y carne picada mediante el prensado.
- c) Recolección del jugo y carne picada y mantenimiento durante no más de 10 min. a temperatura ambiente.
- d) Termocoagulación con agitación constante a 90-97°C durante 3 a 15 min. para obtener grumos. Los grumos son grandes, de color rosa y aspecto semejante a requesón, conteniendo 32% de sólidos, 76% del peso seco en proteínas y 14% del peso seco en grasa.

(Cebado)



Notas: El rendimiento atribuido al procedimiento básico rudo se expresa en porcentaje del peso en húmedo y (Z del peso en seco) en porcentaje del rendimiento de la materia prima (Z NP).

Bibliografía: Vaynshteyn 1971, Le Simont, Nemov y Lomayev, 1972, Jacek 1973 a, 1975 a, 1975 b y 1975 g, Bykov 1975, Karpichnikov et al 1974, PAC 1974, Parsens 1972, Flociak y Wojciechowski 1975, Alversen 1975, Yavuse 1974 b.

Las condiciones de coagulación son críticas y determinan tanto el rendimiento como la calidad final

- e) Separación de los grumos del caldo mediante una criba transportadora vibratoria. El caldo contiene 13% de sólidos, 75% del peso seco en proteínas y 2% en grasas, puede reducirse a un concentrado de proteínas o a harina.
- f) Homogenización de los grumos.
- g) Formación de la pasta resultante en bloques y congelación a 32°C bajo cero a una temperatura central de 18°C bajo cero.
- h) Envasado de los bloques congelados y almacenamiento a 13-20°C bajo cero durante un tiempo que puede llegar a un año y a -12°C durante tres meses (Martin, R.E, 1979).

La figura 5 sacada de Grantham 1979 muestra el proceso con otras opciones.

Bykov (1978) señala que la pasta proteínica "Okean" preparada en base a krill tiene aspecto de una masa con consistencia de requesón, de color agradable (desde rosado a rojo), sabor algo dulce y olor semejante al langostino. Contiene 70-76% de humedad, 10-20% de proteína, 4-14% de grasa, 1-4% de carbohidratos, 1-3% de sustancias minerales.

Por otra parte las características termofísicas del jugo de krill fueron estudiadas por Budina y otros (1973) que las especificaron referidas a diferentes parámetros.

Los japoneses modificaron el procedimiento agregando una autólisis previa con aumento en los rendimientos Yanase (1974b). Por otra parte Toyama et al (1979) describen un equipo para producir el jugo proteínico de krill señalando que pueden recuperar el 70% de las proteínas del krill adulto; usan el extractor de jugo Modelo N-R 250 de Seikensha Co Ltd. que puede procesar 200 kg de krill adulto por hora.

Los alemanes han desarrollado una pasta de krill separando con una deshuesadora Baader 694 con aperturas de cilindro de -0,3mm (Roschke, 1976) y condujeron test de consumidores de alimentos derivados de krill (Christians y Leineman, 1976). Los alemanes confirman la afirmación de los rusos de que las condiciones de coagulación son críticas. A 75°C se produce una pasta cremosa parda; a 85°C la textura es más firme, a 95°C el producto es más duro pero de sabor inaceptable (Grantham 1979).

Una compañía de Estados Unidos ha comunicado pruebas exitosas en la producción de pasta de krill usando materia prima capturada por japoneses y polacos. Se trata de Beehive

Machinery Company of Sandy, Utah. Ellos pasaron el krill ente ro congelado ( $-5^{\circ}\text{C}$ ) a través de una máquina separadora Modelo AUX-1272 usando perforaciones de 0,40 mm con rendimientos de 81% de carne y 19% de caparazón (Martin, 1979). Los restos de caparazón no se detectaron orgánolépticamente. Los ensayos pre liminares de desarrollo de producto parecen señalar un intere sante camino mezclándolo con proteína de soya, almidones y o tros alimentos marinos.

Chesnokov et al (1975) señala el desarrollo de produc tos deshidratados de pasta de krill. Deshidratán por liofili zación o con calor y en ambos casos obtienen polvos que incor poran a alimentos deshidratados como sopas de guisantes, de papas y de arroz con krill, estofado de papas con krill y a rroz con krill señalando que estos productos envasados en pa pel cubierto con polietileno a los seis meses conservan sabor agradable (valor degustativo grado 4,2 - 4,3, por el sistema pentagrado). Es interesante señalar que la pasta de krill deshidratada no necesita cadena de frío para su comercializa ción. A la luz de las nuevas investigaciones deberán desarro llarse métodos que permitan obtener un producto con bajo conte nido de fluoruros.

#### 4.7- Concentrados y aislados de proteínas de krill

El elevado contenido de proteínas extraíbles del krill antártico lo señalan como una materia prima ideal para la ob tención de concentrados desecados de proteínas. El alto con tenido de fluoruros de la caparazón del krill obligarán en un futuro al desarrollo de productos a partir de krill pelado, jugo o picadillo de krill que serán los productos que neces ariamente habrá que obtener a bordo del buque de captura y a partir de los cuales se prepararán productos deshidratados que no necesiten infraestructura de frío para su comerciali zación.

Se ha obtenido mediante la desecación de la pasta de krill un concentrado proteico (Gulyaev y Bugrova, 1975); también se lo obtuvo desecando el picado cocido, pero la ca lidad de los productos puede mejorarse sustancialmente con el uso de los procesos clásicos de producción de concentrados de pescados, a saber: 1) cocción, prensado y desecación con lo que se obtiene una harina de krill higiénica. 2) Separación de la caparazón y extracción de la grasa con solventes y fases en las que se utiliza el agua. 3) Proteolisis, separación y dese cación con lo que se obtiene un hidrolizado. 4) Mediante la solubilización, separación y concentración en condiciones que no desnaturalicen el producto (precipitación isoeléctrica, ul trafiltración, liofilización y secado por pulverización).

Kuwano y Mitamura (1977) prepararon un concentrado de proteínas de krill con el método de extracción con isopropanol

de bloques de krill congelado.

Los bloques de krill congelado a  $-20^{\circ}\text{C}$  fueron triturados hasta obtener una pasta a  $0^{\circ}\text{C}$ , se centrifugó a 5.000 g 10 min. repitiendo dos extracciones con agua. La solución se trató con alcohol isopropílico, el precipitado lavado con alcohol isopropílico se secó al vacío ( $30^{\circ}\text{C}$ ) y se redujo a polvo. El rendimiento fué de 45,2 g a partir de 500 g de materia prima. El rendimiento en N fué del 51,1% del de la materia prima.

El concentrado obtenido contenía 7,91% de agua, 80,3% de proteína cruda, 0,24% de grasas crudas, 8,46% de cenizas y 150 ppm de fluoruros, 97,8% digestibilidad por pepsina, lisina disponible 7,7% y 300 microorg/g. lo que lo señala como un concentrado proteico de alta calidad.

Kawabata, Toguchi, Ohtsuki y Tanaka (1978) describen la obtención de un concentrado proteico de krill que obtuvieron utilizando krill salado.

El krill fué salado a bordo sumergiéndolo en agua saturada de sal y dejándolo así 30 minutos, se escurrió luego durante 20 minutos y se dispuso entre capas de sal. El preparado se mantuvo a  $5^{\circ}\text{C}$ . El krill salado fué procesado entera firme. Se trituró con 0,5 partes de agua, se filtró por Nylon obteniéndose un jugo y un residuo constituido fundamentalmente por restos de caparazón. El líquido se trató con igual volumen de alcohol isopropílico con agitación. Se decantó por centrifugación separándose tres capas. La capa media constituida por el precipitado de proteínas se extrajo nuevamente con alcohol isopropílico 50% dos veces y luego con isopropílico 95% otras dos veces. Se secó al vacío obteniéndose concentrado de proteínas de krill salado con rendimientos de 4% que se dializó y secó por liofilización.

Yanase (1979) describe la preparación de concentrado de proteínas de krill por extracción con alcohol isopropílico. Trabajó sobre krill crudo y cocido estudiando las variables que hacen a la extracción de lípidos.

Kawabata, y otros (1979) estudiaron las propiedades funcionales del concentrado de proteínas de krill obtenido de krill salado comparándolas con las del obtenido de krill congelado. Determinaron la capacidad de retención de agua, de emulsificación, la estabilidad de la emulsión, capacidad de formación de espuma y estabilidad de la espuma encontrando que no existían diferencias significativas entre ambos concentrados proteicos. En una patente Kawabata (1978) protegió el proceso.

Yanase (1980) estudió la extractabilidad de los lípidos del krill con isopropanol. Señaló que en la preparación de concentrado proteico de krill por una extracción en tres etapas con isopropanol la relación de los lípidos extraídos dentro de

la mezcla, al total de los lípidos del material puede ser tan alto como el 121% si el contenido de lípidos en el material (2,96%) se determinó con el método que usa éter etílico. Ello se explica por la presencia de una cantidad importante de fosfolípidos que son más fácilmente extraíbles por los solventes polares como el alcohol isopropílico. Por ello este solvente parece ser el más adecuado para extraer los lípidos para la producción de concentrados proteicos de krill.

Kurihara y Kasai (1977) protegieron con una patente un procedimiento para separar proteína del krill. Trabajaron sobre krill eviscerado que picaron y extrajeron con agua salada (5-17%) con agitación. Se separó el insoluble constituido principalmente por la caparazón y se reguló el pH entre 4,5 y 6,5 (5,8 - 5,5) con ácidos permitidos como aditivos en alimentos (cítrico, clorhídrico) se formó un precipitado blanco, ligeramente rojizo. Se centrifugó para separarlo y se le adicionaron polifosfatos y cloruro de sodio. Se obtuvo una pasta de aroma semejante al langostino y sabor agradable.

Hashimoto et al (1977) protegieron con una patente la obtención de líquido y polvo proteínico libre de grasas. Los autores señalaron que se podía partir de krill crudo congelado o krill seco (10-50% agua). El krill se sumergió en agua a 10°C durante 12 horas. Se separaron los sólidos que se lavaron dos veces. El líquido se hirvió y precipitó un sólido color violáceo, quedando un líquido proteínico que se decoloró con carbón, resultando un líquido incoloro (2,8% proteínas) que con agregado de dextrinas se secó por spray. Se obtuvo un polvo blanco ceniza con olor y sabor suave a langostinos.

Rogozhin et al (1978) en una patente de E.E.U.U. protegieron el método para el procesamiento de krill para producir proteína, lípidos y quitina. Comprende la emulsificación de los lípidos por agitación intensa del krill en medio acuoso. La emulsión de lípidos se separó de la masa de krill y las proteínas se extrajeron de ésta a pH 10 a 12. El extracto alcalino se separó de la quitina en los tegumentos y la proteína se separó por precipitación del líquido alcalino llevando el pH a 4,5. Se lavó y secó por liofilización. Se obtuvo un polvo rosado pálido, inodoro, conteniendo 85% de proteínas y 2% de lípidos.

Watanabe y col (1979) analizaron la recuperación de proteínas insolubles en el proceso de obtención de proteínas solubles de krill antártico.

Homogenizaron krill congelado en agua, obteniendo un sobrenadante que contenía las grasas y la proteína soluble y quedó un residuo constituido por la caparazón y las proteínas insolubles del krill. Se separó la caparazón con canasta de malla de 0,9 mm con grandes cantidades de agua. Pasaron las proteínas insolubles que se separaron por centrifugación.

Noguchi y Sannomiya (1979) estudiaron algunas propiedades de las proteínas solubles en agua para señalar caminos de recuperación de las mismas que sean aplicables al procesamiento a bordo del barco pesquero. Estudiaron la precipitación en el punto isoelectrico y la influencia de las sales en la precipitación por calor.

Rogozhin y otros (1979) patentaron un método para producir jaleas proteicas de peces y crustáceos aplicado a krill. Extraían en medio alcalino las proteínas miofibrilares de krill ajustaban la concentración de proteína a 5%, se colocaba en recipiente cilíndrico de 33 mm de diámetro y una altura de 900 mm y se congelaba a  $-10^{\circ}\text{C}$ . En 12 horas se descongelaba a temperatura ambiente para producir un producto semejante a jalea que retenía la forma del recipiente y tenía una estructura fibrosa. Pueden variarse la concentración de proteínas y la temperatura de congelamiento y agregarse diversas sustancias como Cl Na, caseína, aceite de girasol y almidón.

Shibata y Ozaki (1980) patentaron un procedimiento para obtener la fracción de proteínas solubles en sales bajo la forma de un gel que con aditivos puede ser usado para productos amasados. (Kamaboko) a partir de carne picada de krill.

Kuwano, Tsulkui y Mitamura (1980) propusieron la preparación de un concentrado de proteínas poroso de krill antártico por liofilización y desgrasado. Se eliminó la caparazón del krill picado por centrifugación. La pasta sin restos de caparazón se calentó por vapor 30 min a  $100^{\circ}\text{C}$ , se congeló a  $-40^{\circ}\text{C}$  y se conservó a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Se deshidrató por liofilización y luego se desengrasó por el azeotropo (n hexane/alcohol etílico = 79/21) durante 3 horas. El solvente residual se eliminó por secado al vacío a  $60^{\circ}\text{C}$ . El concentrado proteico obtenido absorbía cuatro veces su peso de agua a  $30^{\circ}\text{C}$  y podía mezclarse con carnes picadas.

Romo y Anderson (1979) estudiaron diversos parámetros para el aislamiento de proteínas de desechos de krill. El material fue obtenido del pelado mecánico de colas de krill y sobre la extracción de las proteínas remanentes se estudió el efecto de los siguientes parámetros: pH, fuerza iónica, relación de extracción sólido/solvente y tiempo de extracción. En la recuperación de las proteínas se estudió la influencia del pH, efecto simultáneo de pH y temperatura, influencia del tiempo de coagulación. Se establecieron las condiciones óptimas de extracción y precipitación de las proteínas.

Oehlschläger (1980) obtuvo a partir de una pasta de krill (previamente centrifugado) un concentrado de proteínas en el que las mismas mantenían sus características funcionales. Esa pasta fue secada por liofilización, molida y extraída durante 5 horas en un soxhlet con alcohol isopropílico, se extrajo el 25% del peso del liofilizado (50% grasas y 50%

moléculas pequeñas extraíbles por el sobrante usado). Se obtuvo después de secar a 60°C y presión normal un material que tenía 80% de proteínas que no presentaban cualidades funcionales. Se mezcló este concentrado en relación 1:20 con lejía de soda al 0,25% agitando durante 5 horas a 37°C. Se centrifugó desechando el precipitado y se dializó 24 horas contra agua corriente. Se obtuvo una solución rosa grisáceo que se congeló en cubetas planas y se liofilizó. El producto poseía en gran parte las características requeridas.

Oehlenschläger y Schreiber (1981) partiendo de krill congelado señalaron el camino de obtención de un concentrado de proteínas funcionales de krill. Descongelaron la materia prima la evisceraron por centrifugación y separaron el caparazón obteniendo carne picada de krill que lavaron con agua a pH 4.5, lo congelaron y secaron por liofilización. Extrajeron los lípidos en un soxhlet con propanol -2 y secaron 20 horas a 60°C. Sometieron luego el material a una digestión alcalina (20 vol Na OH al 0,05%; 37°C, 5 h) y obtuvieron la proteína solubilizada que centrifugaron desechando los insolubles. Dializaron 24 horas contra agua, congelaron y liofilizaron obtuvieron 60,3 g por kg de krill congelado. El producto contenía 84% de proteína cruda, 5.6% de humedad, menos de 0,1% de grasa, 5.73% de cenizas, 0,31% de carbohidratos, 2,6% de Na Cl y aproximadamente 250 mg de fluoruros por kg. Su composición en amino ácidos excedía los requerimientos de FAO y tenía buenas propiedades funcionales.

Debemos mencionar también la propuesta de Ellingsen y Mohr (1979) que consiste en la producción en gran escala de aminoácidos libres de krill. El proceso se basa en el alto nivel de enzimas proteolíticas del krill. Los autores proponen la autólisis bajo condiciones controladas, de esa manera la proteína se convierte en amino ácidos libres con alto rendimiento. Del material hidrolizado se deben eliminar los insolubles, luego centrifugar para clarificar (recuperación de grasas) y evaporar para tener un concentrado con 30-50% de sólidos y/o secar por "spray".

#### 4.3- Recuperación de subproductos

En la industrialización del krill pueden obtenerse cuatro subproductos en diversos grados de pureza: grasa, quitina, pigmentos y enzimas.

La grasa y los pigmentos surgirán de un modo conjunto dado que la astaxantina es soluble en aceite y podrá resultar difícil separarlas.

Fujita y col. (1977) protegieron con una patente la obtención de astaxantina y/o astacina de residuos de caparazón obtenidos en el pelado o la obtención de pasta de krill. Se extrajeron las caparazones en frío o caliente por solventes

orgánicos (acetona, cloroformo, piridina, isopropanol, éter de petróleo, hexano etc.) extrayendo así colorante y grasas que luego purificaron obteniendo el colorante rojo liposoluble que emplearon con éxito en productos alimenticios.

La quitina y el quitosano (derivado desacetilado) encuentran crecientes aplicaciones en muchos sectores. Su preparación es relativamente sencilla a partir de la caparazón de crustáceos.

Anderson, De Pablo y Romo (1977) señalaron su obtención a partir de la caparazón de krill antártico separada por una peladora que recuperaba carne de cola de krill.

El residuo del pelado del krill sufría una extracción alcalina (recuperación de proteínas) del que quedaba un residuo del 14,9%. Ese material residual contenía 24% de quitina en lugar del 3,2% que contenía el krill entero. El residuo se extrajo con solución de Na OH al 3,5% a 90-95°C con una relación sólidos-solvente de 1:10; el residuo desproteínizado se desmineralizó con solución de HCl 0,6 N a temperatura ambiente con una relación sólidos-solvente de 1:22. Se recuperó aproximadamente el 39% de la quitina presente en el krill entero con una pureza del 92-95% y pudo ser posteriormente purificada.

Las enzimas de krill pueden llegar a tener interés industrial y pueden ser recuperadas del licor producido en la evisceración por centrifugación del krill entero recién capturado.

Los trabajos de Noguchi y otros (1976) y Ching San Chen y otros (1978) pueden servir de base para el desarrollo de la tecnología de recuperación de las enzimas proteolíticas del krill.

Es importante destacar la necesidad de intensificar las investigaciones sobre la recuperación de subproductos del krill, sobre todo los residuos del pelado y de la obtención de carne picada y la recuperación de lípidos y enzimas.

#### 4.9- Harina de krill

La harina de krill ha sido producida en escala comercial por los rusos, japoneses, alemanes occidentales, polacos y chilenos, utilizando, en general, la tecnología existente con ligeras modificaciones en las instalaciones. Se utiliza el método de cocción, prensado y desecación. Sin embargo su producción tiene algunas particularidades relacionadas a las características biotecnológicas de la materia prima.

Los tiempos de cocción son más largos que con el pescado. Los alemanes consideraron necesario inyectar vapor directo para alcanzar la temperatura de 90-95°C en el intervalo requerido.

Es escasa la separación de grasa después de la cocción y el prensado. La producción de aceite es muy baja (0-3% sobre la materia prima). Se obtiene una harina muy rica en grasas muy insaturadas (hasta 20%) con los problemas consiguientes de estacionamiento. Se hace esencial la adición de antioxidantes. Los alemanes usan etoxiquina a 400-450 ppm (Grantham, 1979).

Los rendimientos son bajos (13 a 18%) en el proceso de cocción y prensado (teórico: 23%). Ello se debe a la cantidad de solubles que tiene el krill y el rendimiento disminuye al aumentar el tiempo de retención de la materia prima (autólisis).

La desecación del krill presenta el problema de la labilidad de sus componentes lipídicos y de los pigmentos. Los rusos, japoneses y alemanes señalaron la autooxidación extensiva de las grasas que no fue observada por los polacos (Grantham, 1979). La astaxantina es susceptible de decoloración cuando la desecación es excesiva, pero ello sólo es importante si se va a comercializar como pienso para salmonidos.

Reduciendo la temperatura de desecación y eliminando el oxígeno en proceso de desecación al vacío los problemas pueden evitarse.

A la luz de las últimas investigaciones sobre el contenido de fluoruros la harina de krill entero puede no tener mercado en el futuro por los problemas vinculados a la acumulación de fluoruros en los huesos de los animales que lo utilicen como pienso.

#### 4.10- Estabilización

En general los productos de krill ya sean congelados, secados o esterilizados son inestables durante el almacenamiento por lo tanto se debe insistir en el desarrollo de métodos de estabilización antes de la conservación final.

El cocimiento del krill desactiva las enzimas proteolíticas, lipolíticas y catecol oxidasa y reduce el recuento bacteriano. No inhibe las reacciones no enzimáticas de oxidación de grasas y pigmentos a las que parece muy susceptible. Sin embargo el tratamiento afecta adversamente los rendimientos y la calidad. Disminuyen las proteínas solubles, y si se emplea solución de NaCl en el proceso disminuyen también las proteínas solubles en soluciones salinas (Kuwano, K. y otros, 1975). El proceso mejora la textura de la carne y si luego se congela disminuye la pérdida por goteo en el descongelamiento. No obstante, las oportunidades de elaboración ulterior son más limitadas para el krill hervido congelado.

La salinidad del medio en que se hierve el krill afecta el sabor y el rendimiento del producto. El hervido en agua de mar produce un sabor salino y pérdida de rendimiento relativa

mente elevada; el que se hace en agua potable da un producto de gusto insípido o neutro. Los alemanes occidentales opinan que una solución de sal de mesa al 1% da el sabor óptimo pero estiman que la cocción en vapor saturado a presión atmosférica durante 5 minutos dará un producto de calidad semejante y mayor rendimiento (Grantham, 1979).

Después de cocido deberá enfriarse por aire o agua antes de ser sometido al proceso de conservación final.

La oxidación de las grasas es un problema que se plantea en el almacenamiento de los productos de krill aún los congelados o secados y que no puede solucionarse sólo con la creación de condiciones apropiadas de almacenamiento o envasado.

Se han usado con éxito para el picado y la pasta de krill congelados y para la harina de krill los siguientes antioxidantes: hidroxianisol butilado, hidroxitolueno butilado, ácido cítrico, etoxiquina y tocoferol.

El krill congelado entero y la carne de krill pelado congelada pueden protegerse de la oxidación por glaseado.

Sobre el congelado y descongelado de krill trabajaron Tanaka y col (1978).

Deben profundizarse los estudios vinculados a la utilización del salado como un método para la estabilización del krill y las posibilidades de su industrialización posterior en tierra firme.

También se han intensificado en los últimos años los estudios vinculados con los tratamientos previos al congelamiento de la carne de krill entera o picada para mejorar su conservación y evitar pérdidas en el descongelamiento (Jiang, Chen, Chang, 1978; Yanamoto et al, 1979; Igarashi et al, 1978; Ono et al, 1979; Onishi, 1979).

Es este un campo en el que pueden esperarse avances importantes en los próximos años.

#### 4.11- Productos preparados con krill

Para que la explotación de los recursos del krill tenga éxito es menester que existan mercados capaces de absorber los productos de krill en grandes cantidades. Para ello es esencial la realización de programas apropiados e intensivos de desarrollo de los productos, de investigación del consumidor y de mercado experimental. Grantham (1979) considera los factores extrínsecos e intrínsecos relacionados con la posibilidad de transformación del krill en el principal producto pesquero del mundo. Aún considerando que pueda de-

sarrollarse rapidamente tecnologia adecuada para producir una materia prima estable, libre de problemas tóxicos, se necesitará bastante tiempo para que se establezca una demanda importante y estable de productos de krill que justifique su explotación masiva.

No queremos finalizar este informe sin enumerar los diversos productos elaborados con krill y que han tenido aceptación en los círculos en los que han sido evaluados.

El krill entero, crudo o cocido congelado, que Grantham señalaba como la más simple forma posible de comercialización del krill, cuya venta fué ensayada en japon, mercado habitado al consumo del camarón pequeño, debe ser descartado para la alimentación humana por el elevado contenido de fluoruros.

La harina de krill entero que se recomendaba para reemplazar a la harina de pescado en la preparación de piensos tiene un problema similar por su elevado contenido en fluoruros. Recomendada para la alimentación de salmónidos, si bien el contenido de fluoruros en el músculo de truchas alimentadas con harina de krill no aumenta, este anión se acumula en el esqueleto del pez cuyo contenido en fluoruro aumenta notablemente (Tiews y col., 1980). Su utilización futura es dudosa y deberá ser evaluada cuidadosamente.

La carne de colas enteras tanto las obtenidas con peladoras de rodillos como las obtenidas por pelado del krill congelado por abrasión (procedimientos japones y polaco) es un productos interesante que puede ser utilizado para la preparación de diversos productos alimenticios. Los dos procedimientos señalados pueden dar productos de gran aceptabilidad, sobre todo si se cuidan los detalles de técnica para obtener carne firme, compacta sin pérdidas de sabor y pigmentación.

La carne puede congelarse previa cocción (individualmente o en bloques) y consumirse en platos semejantes a los que se usan para el camarón pequeño.

Es menester señalar la preparación, en Chile, de barritas empanadas preparadas con este material, que tuvieron aceptación en el mercado chileno. Para conseguir un mercado abundante deberían poder venderse al precio de las barritas de pescado económicas.

La pasta coagulada de krill, pasta Okean, en el mercado ruso es un producto que cuando se obtiene con materia prima de alta calidad tiene color, aroma y sabor muy agradables, dulce, que lo asemeja a los crustáceos marinos en general. La pasta se ha vendido en Rusia congelada y envasada con el nombre de "Okean" se empleaba como pasta de untar y para la preparación de ensaladas, paté, huevos rellenos, tomate, pescado, empanadas, albóndigas, salchicas y queso elaborado, este último

se comercializó con la marca "Korall".

El picado de krill, obtenido en las máquinas deshuesadoras modificadas, es la materia prima que posiblemente dará origen a gran cantidad de productos, en la medida en que pueda ser obtenida con concentraciones de fluoruros admitidas por las reglamentaciones vigentes. En las últimas expediciones de Polonia y Alemania Occidental se obtuvieron a bordo bloques congelados de krill picado crudo. Es utilizable para la mayoría de los fines después de conservado dos o tres meses a 25°C bajo cero.

El picado de krill cocido, es menos funcional y puede ser congelado a bordo para ser utilizado en otros productos entiera firme.

Con el picado deshidratado se han preparado en Noruega, Polonia y Alemania una serie de productos sabrosos en los que se destacan las sopas. En los mismos países con el picado cocido se prepararon rellenos para empanadas, mayonesas, ensaladas, salchichas, barritas de pescado y albóndigas.

La sopa de krill - cangrejo estuvo a la venta por primera vez en Hamburgo con buena aceptación (O. Christians, 1979).

Es menester señalar la importancia futura que podrán adquirir los diversos concentrados deshidratados de proteínas de krill, ya sea los que mantienen sus propiedades funcionales como los que las han perdido en gran medida. Como vimos son muchas las propuestas de elaboración, la mayoría desarrolladas a nivel laboratorio. Este es un campo donde la intensificación de las investigaciones ha de conducir sin dudas y en un plazo breve, a la obtención de un concentrado funcional libre de grasas y con nivel muy bajo de fluoruros.

## 5- CONCLUSIONES

El krill se presenta al investigador como un nuevo e interesante recurso renovable en un mundo hambriento de proteínas.

Su localización, captura y procesamiento no son fáciles, presenta problemas tecnológicos que poco a poco se van resolviendo pero aún exigen programas intensivos de investigación y desarrollo.

Indudablemente no habrá un solo procedimiento de elaboración ni una única solución al problema de su utilización. Como hemos visto, los caminos abiertos hacia la obtención de productos alimenticios del krill antártico son amplios y variados en sus concepciones.

El descubrimiento de las elevadas concentraciones de fluoruro encontradas en el krill pareció cerrar el camino de su aplicación en alimentos, pero las últimas investigaciones abren nuevamente la posibilidad basada, por supuesto, en la separación del caparazón en el buque de captura.

Como consecuencia de la ubicación geográfica del recurso y las propiedades tecnológicas características del krill, es posible que una organización con medios integrados para la captura, la elaboración en el barco y en una base costera de la zona, la distribución y el mercadeo domine una serie más amplia de productos que una empresa que se ubique totalmente en tierra y dependa de terceros para el suministro de materia prima.

Al incrementarse la pesca del krill hacia un tipo de explotación netamente comercial se hará más necesaria la disponibilidad de un puerto o puertos de apoyo para la operación pesquera y de preelaboración a bordo. Nuestro país está en una excelente posición para establecer esos puertos y ofrecer el apoyo que ello significa.

En el estado actual de los conocimientos publicados sobre krill no parecen existir posibilidades de poder pescar krill y trasladarlo enfriado al Territorio Nacional de la Tierra del Fuego, para su industrialización. Sin embargo sería necesario investigar la posibilidad de transportarlo bajo agua de mar enfriada acidificada con CO<sub>2</sub> u otro ácido de uso permitido en alimentos. Al mismo tiempo habría que constatar los niveles de fluoruros en el músculo y su variación a lo largo del almacenamiento en tránsito. Como lo señaláramos repetidamente la utilización de productos de krill en alimentos dependerá de los niveles de fluoruros que estos contengan.

Parece posible, a la luz de recientes investigaciones

eliminar la caparazón del krill a bordo y congelar o cocer y congelar la carne ya sea de colas enteras o el picadillo que se obtiene con las máquinas del tipo de las deshuesadora. Ese material congelado podría ser elaborado posteriormente en plantas ubicadas en el Territorio Nacional de la Tierra del Fuego.

Para posibilitar esa explotación es necesario realizar investigaciones a nivel planta piloto de las distintas etapas del proceso previstas según el producto final que se desee obtener.

No parece existir un mercado firme para los productos de krill y aunque se han hecho ensayos de aceptabilidad y algunos de comercialización parecen haber sido realizados en pequeña escala. Es necesario que se continúe a nivel internacional este tipo de experiencias, camino que estará abierto cuando se confirme la posibilidad de obtener productos alimenticios con bajo contenido de fluoruros.

El desarrollo de productos de krill, aún los más simples como la carne de colas o picadillo de carne o pasta parecen estar en etapa experimental, de desarrollo de tecnología.

En las campañas de pesca que realizan diversos países: Japón, Rusia, Polonia, Alemania Occidental, se ensayan nuevos sistemas de localización, detección y captura y se desarrolla tecnología de elaboración a nivel laboratorio y planta piloto. No sabemos los desarrollos que las compañías de pesca que actúan en la zona están logrando por el secreto que, como es natural, mantienen sobre sus actividades.

El procesamiento de la carne congelada de krill en plantas ubicadas en el Territorio Nacional de la Tierra del Fuego parece ser una posibilidad en un futuro cercano orientada no solo a la producción de alimentos que requieran una infraestructura de frío para su comercialización sino también y tal vez fundamentalmente, a la obtención de productos deshidratados, estabilizados como podrían serlo algunos de los diversos tipos de concentrados proteicos propuestos.

Resumiendo, puede decirse que la tecnología de la utilización del krill ha progresado considerablemente en los últimos años. Es de esperar que el desarrollo será creciente a medida que más países encaren la posibilidad de su explotación comercial. Ningún producto parece será predominante en el mercado de krill y no es posible determinar el espectro probable de productos pero sí se puede asumir que estos serán complejos y costosos y las necesidades de inversión elevadas.

Pero el aprovechamiento del krill será una contribución importante hacia una distribución más equitativa de proteínas y como tal una cuestión que atraerá la atención mundial en los próximos años.

6- BIBLIOGRAFIA

- Andreev, M. P. 1976- Technological characteristics of Antarctic krill - Tr. Atlantich N-Ins. Ryb. Kh-va Okeanogr. 66, 14-21.
- Arai, K; Watanabe, T.; Kinumaki, T. 1976- Studies on the utilization of antarctic krill E.superba Dana I. Nutritive value by a rat - feeding trial. Bull. Tokai Ref. Fish. Res. Lab. 35; 1-12.
- Bottino, N.R. 1973- The lipids of Antarctic krill; presence of waxes in E. crystallarophias but not in E. superba. Fed. Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol. 32, 562.
- Bottino, N.R. 1974- The fatty acids of Antarctic phytoplankton and Euphausiids. Fatty acid exchange among trophic levels of the Ross sea Mar.Biol.27, 197-204.
- Bottino, N.R. 1975- Lipid composition of two species of Antarctic krill: Euphausia superba and E.crystallophias. Comp. Biochem. Physiol. (B. Comp. Biochem.) 50,479-84.
- Budina, V.G.; Gromov, M.A.; Koroleva, E.I. 1978- Características termofísicas del jugo de krill. Rybnoe Khozyaistvo N° 10,75-76.
- Burkholder, P.R.; Mandelli, E.F.; Centeno, P. 1967- Some chemical properties of Munida gregaria and E.superba. J.Agric.Food.Chem.15, 718-20.
- Burkholder, P.R.; Mandelli, E.F.; Centeno, P. 1968. Correction to article: Some chemical properties of M.gregaria and E.superba J.Agric.Food.Chem. 16,881.
- Bykov, V.P. 1975- Biological value of Antarctic krill and possibility of their utilization for human consumption. En Oceanology international 75, 16/21 March 1975. Brighton. England sponsored by the Society for Underwater Technology, London, Conference papers. London BPS Exhibitions Ltd. pp 361-3.
- Bykov, V.P. 1978- Resultados básicos de la investigación tecnológica del krill. Rybnoe Khoziaitvo N° 10, 60-64.
- Clarke, A. 1980- The biochemical composition of krill, Euphausia superba Dana, from South Georgia J.exp.

Mar. Biol. Ecol. 43, 221-236.

- Cram, D.L; Malan, O.G. 1977- On the possibility of surveying krill in the southern Ocean by remote sensing. S.Afr. T.Antarkt.Nav.Delb 7,14-19.
- Chesnokov, P.I; Prikhod'ko, I.I; Kretinina, L.V. 1975- Food concentrates with the protein paste Ocean. Konservn. Ovoshchesush. Prom. 2, 29-30.
- Chin-San Chen; Shwu-Wen Gau; Tsong-Rong Yan. 1973- Studies on the proteases of Antarctic krill (Euphausia superba) Activities and stability. J. Chin. Biochem. Soc. 7, 73-77.
- Chin-San Chen; Tsong-Rong Yan; Her-Yuan Chen. 1978- Purification and properties of trypsin-like enzymes and a carboxy peptidase A from Euphausia superba. J. Food Biochem. 2, 349-366.
- Christians, O; Leinemann, M. 1976- Krill, a new delicacy for the table. Inf. Fischw. 23(4/5), 139.
- Christians, O. 1979- Sopa de krill por primera vez a la venta en los almacenes de Hamburgo. Infn. Fischw 26(1)45-47.
- Christians, O; Leinemann, M. 1980- El pescado como alimento. Investigaciones sobre el fluor en el krill (Euphausia Superba Dana). Infn. Fischw. 27(6) 254-260.
- Christians, O; Leinemann, M; Manthey, M. 1981- El pescado como alimento. Nuevos conocimientos acerca del contenido en fluoruro del krill (Euphausia superba Dana). Infn. Fischw. 28(2)70-72.
- Eddie, G.O. 1979- La recolección del krill. FAO - Roma.
- Egorova, L.N. et al. 1970- Analysis of aminoacid composition of krill and fish meal from it. Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Morsk. Rybn. Khoz. Okeanogr. 73, 179-87.
- Ellingsen, T; Mohr, V. 1979- A new process for the utilization of Antarctic krill. Process Biochemistry october 1979, 14-19.
- El - Sayed, S.Z.; Mc Whinnie, M.A. 1979- Protein of the last frontier - Oceanus, 22 (1) 13-20.
- Espeche M.E.; Fraile. E.R. 1978- Grupos bacterianos predomi-

nantes en la flora acrobia de dos capturas de krill antártico (E.superba Dana) Rev.Asoc. Arg. Microbiol. 10,133-135.

- Everson, I. 1979- Krill. En: los recursos vivos de los mares australes, FAO, Roma sept. 1979 pag.38-80.
- Ferguson, C.F.; Raymont, J.K.B. 1974- Biochemical studies on marine zooplankton. 12. Further investigations on Euphausia superba Dana. J.Mar. Biol. Assoc. U.K. 54,719-725.
- Fevolden, S.E.; Eidså, G. 1981- Bacteriological Characteristics of Antarctic krill (Crustacea, Euphausiacea) Sarsia 66,77-82.
- Fischer, W. 1974- El krill (Euphausia superba) y otras reservas alimenticias en la zona del antártico. Protokolle zur - ischereitechnik 13(62) 226-228.
- Fisher et al 1975- The nature, distribution and sources of vitamin A and carotenoids in Euphausiacea Collect. Repro. Scott Mar. Biol.Assoc.(202).
- Flechtenmacher, W, et al 1976- Die Verarbeitung von krill- Inf. Fischwirt, Hamb. 23,188-196.
- Fraile, E.R.; Locati, G.A. 1979- Estudios preliminares sobre las características bioquímicas del krill antártico (E.superba Dana) Contribución N<sup>o</sup> 248 del Instituto Antártico Argentino. 129-136.
- Freytag, G. 1977- Observaciones ecométricas acerca de la pesca de krill y los peces de importancia potencial de la antártida. Protokole sur Fischereitechnik, 14(64)54-67.
- Fujita, Y. 1978- Peeling apparatus for shrimp. Japanese patent S 53- 33398.
- Grantham, G.J. 1979- La utilización del krill. FAO, Roma.
- Gilbert, Y.C. 1971- Krill and its possible place in human nutrition. Food Technol.N.Z. 6,13,15 and 17.
- Gulyaev. V.N.; Bugrova, L.N. 1975- Drying of "Okean" krill paste. Konserv. Oveshchesush Prom-st (2) 27-29.
- Hale, J.F. 1976- Machine tested as krill peeler, Fish.Nervs. Int. 15 (10) 72.

- Hamada, E; Koike, Y; Saito, K; Susuki, H. 1978- On a radio controlled model airplane for observing swarms of krill. Trans. Tokyo Univ. Fish. N<sup>o</sup>2, 33-44.
- Hansen, R.P; Meiklen, S.M. 1970- Isoprenoid fatty acids in Antarctic krill (Euphausia superba) J.Sci.Fd. Agric. 21, 203-206.
- Haschimoto, S.; Ogawa, A.; Euguchi, T.; Honda, K.; Abe, Y. (Nikken Chemicals Co.Ltd.) 1976- Protein Production from Euphausia superba Japan Kokai 71, 114, 046, 24 sept.77, Appl.76/29.290, 19 mar 1976.
- Hirano, T; Kikuchi, T.; Okada, I. 1964- Contents of inorganic substance and vitamin B<sub>12</sub> in Euphausia. Bull Jap. Soc. Sci. Fish. 30, 267-271.
- Horn, W. 1979- Técnica de captura. Ensayos con el empleo de una red con equipo de bombeo para la pesca del krill. Infn. Fischw. 26(1)32-35.
- Igarashi, S.; Hayashi, R.; Hata, T. 1978- A preventive measure against darkening of krills (Euphausia superba). Noka 52(3)347-349.
- Il'ichev, Ye. F. 1967- The chemical composition of krill and its use for feed and food purposes. En: Antarctic krill. Biology and industry Ed. Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information, Joint Publications Research Service, Washington, D.C. (JPRS 42,053: TT-67-32683): 55-60.
- Jiang, S.; Chen, M.; Chag, S. 1978- Freezing preservation of fresh antarctic krill (E.superba). J. Fish. Soc. Taiwan. 6, 13-24.
- Kanda, K.; Takeuchi, S.; Koike, A.; Matsuda, K.; Inoue, K; Akizawa, H.; Takasu, K. 1978- A preliminary experiment on the fish pump for catching live krill. Trans. Tokyo Univ. Fish. N<sup>o</sup>2, 27-32.
- Kawabata, M. (Mitsubishi Chemical Industries, Tokyo). 1978- Krill protein extraction. Patente Kokai 53-118542 (17/10/1978).
- Kawabata, M.; Taguchi, K; Ohtsuki, K; Tanaka, Y. 1978- Studies on utilization of salted Antarctic krill (Euphausia superba) I. Preparation of the krill protein concentrate and extractives from the salted antarctic krill by isopropil alcohol extraction. Sci.Rep.Kyoto Pref. Univ.

(Nat. Sci and Liv. Sci) Ser.B 29,13-18.

- Kawabata, M; Taguchi, K.; Ohtsuki, K; Tanaka, Y. 1979- Studies on utilization of salted antarctic krill (Euphausia superba) II Some functional properties of the krill protein concentrate. Sci. Rep. Kyoto Pref. Univ. (Nat. Sci. and Sci) Ser. B.30,7-11.
- Kelly, M.D.; Lukashevsky, S.; Anderson, C.G. 1978- Bacterial flora of antarctic krill (Euphausia superba) and some of their enzymatic properties. J. Food Sci. 43,1196-1197.
- Klages, N.; Nast, F. 1981- Net selection for Antarctic krill by the 1216 meshes krill trawl. Arch. Fisch. Wiss. 31(3)169-174.
- Kobayashi, T.; Yanagimoto, M. 1981- Tratamiento de decaparación del krill por water jet. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 47(8)1069-1074.
- Kock, K.H. 1977- Krill fange in atlantischen sektor der Antarktis. Inf. Fischwirt. 24 (1) 8-12.
- Konagaya, S. 1980- Protease activity and autolysis of antarctic krill. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 46, 175-183.
- Koyama, T.; Nakamura, M.; Okamoto, H. 1974- An experiment with a large model of surface-midwater trawl for krill. Bull. Tokay Reg. Fish. Res. Lab. N°73,1-9-.
- Kryuchkova, M.I. 1970- Obtaining food proteins from the crustacean Euphausia superba. Rybn. Koz. Mosk. 46(11)53-6.
- Kryuchkova, M.I.; Makarov D.E. 1969- Technochemical Characteristics of krill. Tr.Vses. Nauchno-Issled Inst. Morsk. Rybn. Khoz. Okeanogr. 66,295-8.
- Kubota, M.; Sakai, K. 1978- Autolysis of antarctic krill protein and its inactivation by combined effects of temperature and pH. Trans. Tokyo Univ. Fish. N°2,53-63.
- Kurihara, M.; Kasai, E. (Kyokuyo Co Ltd.) 1977- Krill protein food. Japan kokai 7764,453 (CLA22C29/02) 27 may, 1977, Appl. 75/140,044, 21 nov. 1975.
- Kuwano, K.; Mitamura, T. 1977- On the Antarctic krill pro-

tein concentrate I manufacture of the KPC by isopropil alcohol method and it's chemical composition. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.. 43(5)559-565.

- Kuwano, K.; Osawa, Y.; Sekiyama, N.; Tukui, A.; Mitamura, T. 1975- Boiling process for the prevention of loss and autolysis of protein from antarctic krill Eiyo to shokuryo, 28, 191-194.
- Kuwano, K.; Tsukui, A.; Mitamura, T. 1980- Manufacture of porous antarctic krill protein concentrate by freeze drying method. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 46(6)711-715.
- Lagunov, L.L. et al. 1974- Utilization of krill for human consumption. En: Fishery products, Ed. R. Kreuzer. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books) Ltd. for FAO pp 247-50.
- Locati, G.A.; Espeche, M.E.; Fraile, E.R. 1979- Deterioro del krill antártico (Euphausia superba) almacenado en agua de mar refrigerada. Resúmenes del II Congreso Argentino de Microbiología, AAM, Buenos Aires resumen 42-5.
- Locati, G.A.; Espeche, M.E.; Fraile, E.R. 1980- Cambios en las características bacteriológicas, químicas y organolépticas del krill antártico (E. superba) durante el almacenamiento a 0-2°C, Rev. Arg. Microbiol. 12, 44-51.
- Marr, J.W.S. 1962- The natural history and geography of the antarctic krill (Euphausia superba Dana). Disc. Rep. 32, 33-464.
- Martin, R.E. 1979- Krill as a protein source. Methods of recovery, potencial uses and problems. Food Technol. 33(1)46-51.
- Nauchline, J.; Fisher, L.R. 1969- The biology of Euphausiids. Chap.13 Euphausiids in the marine environment Adv. Mar. Biol. 7, 374-391.
- Mc Elroy, J.K. 1980- Economic evaluations of krill fishing systems. En: Advances in fish science and technology (Ed) J.J. Connell. Fishing news Books Ltd., Farnham, Surrey, England p.314-322.
- Mohr, H.; Fisher W. 1977- Observaciones referentes al comportamiento de los enjambres de krill Protokole zur Fischereitechnik 14(64)39-53.

- Moiseev, P.A. 1970- Some aspects of the commercial use of the krill resources of the antarctic seas, En: Antarctic ecology, ed M.W. Holdgate, London Academic Press, vol 1, 213-216.
- Mroz, K.; Gasiorowska, I.; Wyluda, E.; Pastuszewska, B. 1979- An appraisal of hardness of the enamel incisors in rats fed with kreal meal, Bull. Acad. Pol. Sci. Ser. Sci. Biol. 27, 131-133.
- Nagayama, F.; Yasuike, T.; Ikern, K.; Kawamura, C. 1979- Lipase, carboxylesterase and catechol oxidase of the antarctic krill. Trans. Tokyo Univ. Fish. 3, 153-159.
- Nichiro Gyoyo Kaisha Ltd et al 1976- Method for processing Euphausia superba. Japanese Patent Application 30181/75 (1975). West German Patent N° 2610095 (1976).
- Noguchi, A.; Yanagimoto, M.; Umeda, K.; Kimura, S. 1976- Propiedades y purificación de la proteasa de krill antártico. Noka, 50, 415-421.
- Noguchi, A.; Sannomiya, N. 1979- Recovery of water -soluble krill protein- Rept. Natl. Food Res. Inst. N° 35, 84-89.
- Nonaka, J.; Koizumi, C. 1964- Component fatty acids and alcohols of E. superba lipid by GLC. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 30, 630-634.
- Oehlenschläger, J. 1980- On the distribution of weight, protein and fat between abdomen and kephalotorax of antarctic krill (Euphausia superba Dana) specimen with high fat content. Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. 6, 113-115.
- Oehlenschläger, J. 1980- Un concentrado de proteínas funcional de krill. Inf. Fischw. 27(1) 41-43.
- Oehlenschläger, J.; Schreiber, W. 1981- A functional protein concentrate from antarctic krill (Euphausia superba Dana 1850) Z. Lebensm. Unters Forsch 172, 393-398.
- Ohshima, T.; Nagayama, F. 1980- Purification and properties of Catechol oxidase from the Antarctic krill. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 46, 1035-1042.
- Onishi, T. 1979- Prevention of Blackening of antarctic krill during thawing. Bull. Tokay Reg. Fish. Res. Lab. N° 100, 13-16.

11

- Ono, M.; Nazaki, K.; Fukumoto, Sh. 1979- Prevention of discoloration of krill, Japan Kohai Tokyo Koho 7,959,362 (CILA 23L1/31) 12 may 1979. Appl. 77/126.535, 20 oct.1977.
- Ozaki, H.; Kimura, S.; Ishimura, K 1977- Method and apparatus for the separation of raw krill flesh. Japanese patent, S 52-131899.
- Ozaki, H.; Kimura, S. 1977- Method and apparatus for the peeling of krill. Japanese patent, S 52-131900.
- Pastuszevska, B.; Wyluda, E.; Buraczewski, S. 1979- Observations on the abnormal growth of incisors in laboratory rats and mince fed with krill meal Bull. Acad. Pol. Sci, Ser. Sci. Biol. 27, 125-129.
- Pavlov, U.J.A. 1969- La alimentaci6n del krill y algunas particularidades de su forma de comportamiento. Trudy Vniro 66, S. 207-222.
- Pierce, R.W.; van der Veen, J.; Olcott, H.S. 1969- Proximate and lipid analyses of krill (Eupausia species) and red crab (P. planipes). J. Agric. Food Chem. 17, 367-369.
- Raymont, J.E.G.; Srinivasagan, R.T.; Raymont J.K.B. 1971- Biochemical studies on marine zooplankton. 9. The biochemical composition of E.superba J.Mar. Biol. Assoc. U.K. 51, 581-8.
- Rogozhin, S.V. et al 1978- Emulsification method for the processing of krill to produce protein, lipids and chitin. U.S.Patent. 4,119,619 oct. 10, 1978.
- Rogozhin, S.V.; Vainerman, E.S.; Burmistrova, L.M. 1979- Method for producing protein jellies from fishes and crustaceans. U.S. Patent 4,167,590 (Sep.11,1979).
- Romo, C.R.; Anderson, C.G. 1979- Determination of optimum parameters for protein isolation from krill (Euphausia superba) Waste products. J. Food. Sci. 44, 1425-1429.
- Roschke, N. 1976- Chemische Analysen von krill Inf. Fischwirtsch. Hamb. 23, 131-9.
- Roschke, N.; Schreiber, W. 1977- Analysis of krill, krill products and antarctic fish species. Arch Fisch. Wess. 28, 135-141.

- Saiki, M.; Fang, S.; Mori, T. 1959- Studies on the lipid of plankton. 2. Fatty acid composition of lipids from Euphausiacea collected in the Antarctic and northern Pacific oceans. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 24, 837-839.
- Schreiber, W. 1975- (Planning meeting for "Projekt Antarktis") Hamburg, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, 15 Sept. 1975.
- Schreiber, W.; Flechtenmacher, W. 1978- Depósito previo del krill a bordo. Infn. Fischw. 25, (3-4)110-113.
- Schreiber, W.; Flechtenmacher, W. 1978b- Transporte del krill a bordo. Infn. Fischwirt. 25(5)162-164.
- Schreiber, W. et al 1979- Processing and product development Fischereiwissenschaft 30, 98-113.
- Seki, N.; Ozawa, R.; Arai, K. 1975 Studies on muscle proteins of Antarctic krill. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 41, 1287-1292.
- Shibata, N. 1979- Studies on the protein of fresh Antarctic krill. Experiments on Board. Bull Tokai Reg. Fish. Res. Lab. N° 100, 17-33.
- Shibata, N.; Ozaki. (Tokai ku Suisan Kenkyusho) 1980- Separación del krill de proteínas solubles en sal. Japan Kokai; Tokkyo Koho 80, 141, 166 (CLA 23 J 1/04) 4/11/1980 Appl. 79/48, 203, 19/4/1979 i.
- Sidhu, G.S. et al 1970- Biochemical composition and nutritive value of krill (E. superba) J. Sci Food Agric. 21, 293-6.
- Soevilk, T.; Braekkan, O.R. 1979 Fluoride in Antarctic krill (Euphausia superba) and Atlantic krill (Meganyctiphanes norvegica) J. Fish. Res. Board. Can. 36, 1414-1416.
- Srinivasagam, R.T. et al 1971- Biochemical studies on marine zooplankton. 10. The amino acid composition of E. superba, M. norvegica and N. integer. J. Mar Biol. Assoc. U.K. 51, 917-925.
- Suyama, M.; Nakayima, K.; Nonaka, J. 1965- Studies on the protein and non-protein nitrogenous constituents of Euphausia Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 31, 302-306.
- Szewielow, A. 1981- Fluoride in krill (Euphausia superba Da-

naMeeresforschung. 23,244-246.

- Tanaka, K.; Matsuda, Y.; Saito, T. 1978- Freezing and defrosting of antarctic krill Euphausia superba. Trans. Tokyo Univ. Fish N<sup>o</sup> 2, 65-79.
- Terase, T.; Onishi, R.; Akazawa, H. 1976- The processing of Antarctic krill. Japanese patent S.51-106757.
- Terase, T.; Onishi, R. 1977- Treatment of the krill. Japanese patent, S.52-114047.
- Tiews, K.; Mantey, M.; Koops, H.- The carrier of fluoride from krill meal pellets into rainbow trout (Salmo gairdneri) International Council for the exploration of the sea. Mariculture Committee C.M.1981/F:6 p 2-6.
- Tomo, A.P.; Marschkoff, E.R. 1976- El krill y su importancia. Publicación del Inst. Antart. Arg. N<sup>o</sup> 12 Buenos Aires.
- Toyama, K.; Saito, T.; Iwata, Y.; Tson-Song Chen; Yano, W. 1979- Preparation and concentration of proteinaceous juice from Antarctic krill. Trans. Tokyo Univ. Fish. N<sup>o</sup> 3, 127-135.
- Tsuyuki, H. et al. 1964- Studies on the lipid of Euphausiacea Euphausia superba. 2. Properties of phospho lipids. J. Jap. Oil Che. Soc. 13, 477-480.
- Uzaki, N.; Nonoyama, T.; Murata, H.; Kanayama, R. 1978- Method and apparatus for the peeling of shell, containing foods including the krill. Japanese patent S 53-11797.
- Walford, L.A. 1958- Living resources of the sea. New York Ronald Press, 305.
- Watanabe, T. et al 1976- Studies on the utilization of Antarctic krill. 2. Analyses of nutritive components Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 35, 13-30.
- Watanabe, E.; Suzuki, K.; Yagi, T.; Hibikiya, T. 1979- Recovery of the insoluble proteins on the production of soluble protein concentrates of antarctic krill, Trans. Tokyo Univ. Fish. N<sup>o</sup> 3, 145-151.
- Yamamoto, Kaji, Ishida y Maune. 1979- Preservacion del krill. Japan Tokkyo Koho 7900,986 (CLA23LI/

325) 18 Jan 1979, Appl.75/14,338,06 Feb.1975.

- Yanagimoto, M.; Kato, N.; Yokoyama, Y.; Kobayashi, T.; Kimura, S. 1979- Chemical compositions of Antarctic krill (Euphausia superba) for the evaluation of processing. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 45, 369-374.
- Yanagimoto, M.; Kobayashi, T.; Hanaoka, K.; Miwa, K. 1981- Behavior of krill meat exposed to either water or saline water. Rept. Natl. Food Res. Inst. N°38, 85-90.
- Yanagimoto, M.; Yoyama, Y.; Kobayashi, T. 1979- Aplicación del método de "water jet" para devisceración de krill antártico. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 45(3) 375-378.
- Yanase, M. 1971- Chemical composition of the crustacean E.superba and its utilization as condensed solubles for human food. Bull. Tokay Reg. Fish. Res. Lab. 65, 59-66.
- Yanase, M. 1974- Chemical composition of the Antarctic krill E.superba by raw freezing and precooked freezing. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 77, 97-102.
- Yanase, M. 1974 b- Modification of Russian method for separating heat coagulated protein from Antarctic krill, Bull. Tokay Reg. Fish. Res. Lab. (78), 79-84.
- Yanase, M. 1975- Chemical composition of the exoskeleton of antarctic krill. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 83, 1-6.
- Yanase, M. 1979- Isopropil alcohol extraction of krill to yield fish protein concentrate. Bull. Tokay Reg. Fish. Res. Lab. N°99, 43-54.
- Yanase, M. 1980- Extractability of lipids in krill with isopropanol. Bull. Tokai, Reg. Fish. Res. Lab. N°102, 61-65.