

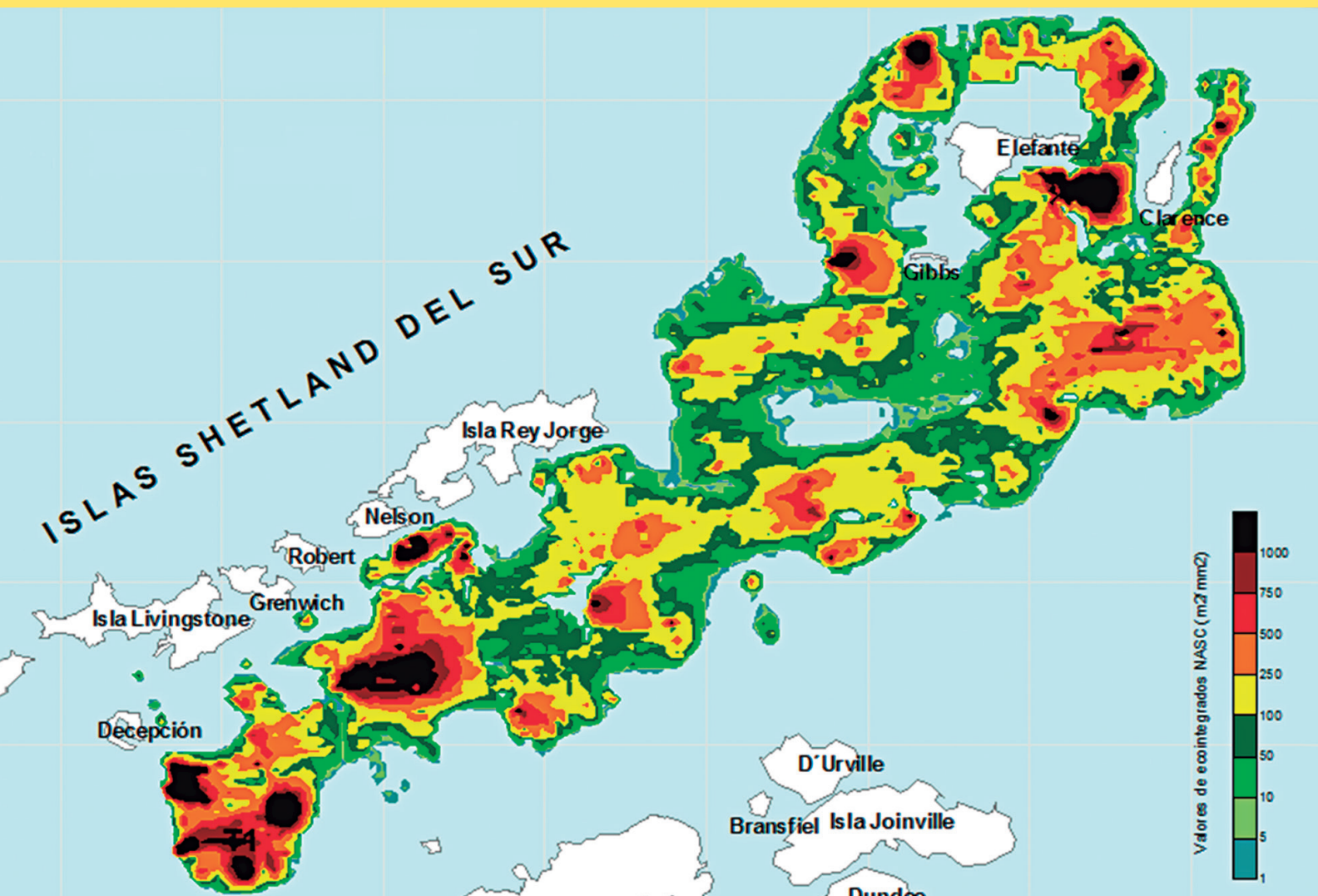


BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458 – 7766

VOLUMEN 31, Número 1



Enero - Junio 2016
Callao, Perú

ALGUNOS ASPECTOS DE BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL KRILL (*Euphausia superba*), ESTRECHO DE BRANSFIELD E ISLA ELEFANTE, VERANO AUSTRAL 2007 (ANTAR XVII)

SOME ASPECTS OF BIOLOGY AND ECOLOGY OF KRILL (*Euphausia superba*), BRANSFIELD STRAIT AND ELEPHANT ISLAND, AUSTRAL SUMMER 2007 (ANTAR XVII)

Gladys Cárdenas¹José Pellón¹Milagros Franco¹Pepe Espinoza²

RESUMEN

CÁRDENAS G, PELLÓN J, FRANCO M, ESPINOZA P. 2016. Algunos aspectos de biología y ecología del krill (*Euphausia superba*), estrecho de Bransfield e isla Elefante, verano austral 2007 (ANTAR XVII). *Bol Inst Mar Perú*. 31(1): 89-97.- Se describen los resultados de algunos aspectos de la biología y ecología del krill antártico *Euphausia superba* a lo largo del estrecho de Bransfield y alrededores de la isla Elefante (Primera Fase) y entre las islas Elefante y Clarence (Segunda Fase), obtenidos del 17 al 23 de enero 2007 a bordo del BIC Humboldt. Se efectuaron 25 lances experimentales de pesca: 13 correspondieron a la primera fase y 12 a la segunda. La captura total fue 6.852 kg, el 99% fue krill antártico. La distribución vertical del krill antártico estuvo entre 25 y 50 m de profundidad en el estrecho de Bransfield; en las islas Elefante y Clarence, se localizaron a mayor profundidad (50-75 m). La estructura por tamaños de *E. superba* mostró dos modas marcadas, una conformada por individuos sub adultos (43 mm de longitud total-LT) y otra por juveniles (28-30 mm LT). Por zonas, los juveniles fueron representativos en el estrecho de Bransfield y en el Frente oceánico; en tanto que los adultos (principalmente hembras grávidas) con mayor peso corporal se encontraron en las islas Elefante y Clarence. Entre las 04:00 y 12:00 horas los ejemplares estuvieron moderada e intensamente alimentados; mientras que, entre las 16:00 y 20:00 horas ligeramente alimentados. La dieta del krill estuvo constituida por elementos fitoplanctónicos (diatomeas, dinoflagelados y tintínidos). No se observó diferencias notables de la dieta del krill respecto a los tamaños, horas del día y profundidad de captura.

PALABRAS CLAVE: Krill, *Euphausia superba*, estructura de tallas, comunidad pelágica, dieta

ABSTRACT

CÁRDENAS G, PELLÓN J, FRANCO M, ESPINOZA P. 2016. Some aspects of biology and ecology of krill (*Euphausia superba*), Bransfield Strait and Elephant Island, austral summer 2007 (ANTAR XVII). *Bol Inst Mar Perú*. 31(1): 89-97.- Results are described of some biological and ecological aspects of the Antarctic krill along Bransfield Strait and Elephant Island (First phase) as well as between Elephant and Clarence Islands (Second phase), conducted on board the RV Humboldt from January 17th to 23rd 2007, with the goal to know the distribution, size composition, sex ratio, length-weight, feeding intensity and diet. Twenty-five fishing hauls were made: 13 were for the first phase and 12 to the second. The total catch was 6,852 kg of which 99% corresponded to Antarctic krill. The vertical distribution was shallow between 25 and 50 m of depth; otherwise on Elephant and Clarence Islands were located deeper (50-75 m). The size structure of *E. superba* showed two modes, one of them made up by sub adult individuals (43 mm of total length-TL) and juveniles (28-30 mm TL). By areas, juveniles were representative in Bransfield Strait and Ocean Front whereas, adults' mainly gravid females with higher body weight were found at Elephant and Clarence Islands. Between 04:00 and 12:00 hours, individuals were moderate and intensively fed while between 16:00 and 20:00 hours, slightly fed. The krill diet was constituted by phytoplankton elements (diatoms, dinoflagellates and tintinnids). No significant differences were observed in the krill diet regarding the sizes, time of day and depth of catch.

KEYWORDS: Antarctic krill, *Euphausia superba*, size structure, pelagic community, diet

1. INTRODUCCIÓN

El Perú, contribuye al esfuerzo internacional de investigación para el conocimiento de las interrelaciones ecológicas de la comunidad de organismos pelágicos y los parámetros físicos, químicos y biológicos en el ecosistema marino antártico, continuando con el proyecto COPEPOD II, en base al Crucero de investigación multidisciplinario en el estrecho de Bransfield y alrededores de la isla Elefante, durante el verano austral 2007.

El krill antártico *Euphausia superba* vive en un ambiente con abundancia muy variable de alimento (SCHMIDT et al. 2004) y es la especie clave de la red alimentaria antártica (HOPKINS et al. 1993). Se alimenta y migra formando enjambres y es capaz de reducir su suplemento de alimento en corto tiempo (SCHMIDT op. cit.). Su dieta está compuesta mayormente por fitoplancton durante el verano austral mientras que durante el invierno se alimenta de algas que habitan bajo la superficie del hielo (GASCÓN y WERNER, 2005) y se ha mencionado que puede alimentarse de

1 Unidad de Investigaciones de Recursos Neríticos Pelágicos-IMARPE. gcardenas@imarpe.gob.pe

2 Laboratorio de Ecología Trófica-IMARPE

zooplancton (PRICE et al. 1988). Entre sus depredadores se encuentran aves marinas, focas, calamares, peces y ballenas barbadas (ALONZO et al. 2003).

El presente documento contiene los resultados del análisis de las capturas obtenidas en los lances de comprobación, así como la composición por especies y esfuerzo de pesca. También, se determina la distribución vertical, estructura por tallas, relación longitud-peso, alimentación del krill, entre otros.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El crucero multidisciplinario a bordo del BIC Humboldt, se realizó en dos etapas, la primera consistió en una prospección sinóptica en el área 48.1, entre el 17 y 23 de enero 2007, con el propósito de definir los patrones de distribución de las principales especies de la comunidad pelágica, realizándose rastreos acústicos, estaciones oceanográficas y lances de pesca; en la segunda etapa se realizó un experimento de pequeña escala entre las islas Elefante y Clarence del 24 al 27 de enero 2007, con el objetivo de conocer distribución, composición por tamaños, intensidad alimentaria y dieta del krill.

Se realizaron lances de comprobación con red de arrastre pelágico ENGEL 494/800, 13 lances fueron en el estrecho de Bransfield y 12 en la zona del experimento (isla Elefante).

En cada lance de pesca se determinó la composición por especies; en el caso de capturas significativas se obtuvo una sub-muestra, la cual se infirió a la captura total. Se realizaron muestreos biométricos del krill, para este efecto se consideró la longitud total (desde el rostrum hasta el extremo final del telson) al milímetro inferior, con la ayuda de un calibrador de vernier. El agrupamiento de tallas de krill, se realizó según el criterio de ATKINSON et al. (2004) que consiste en: juveniles (12-38 mm), subadultos (38-44 mm) y adultos (>44 mm).

La relación Longitud-Peso se determinó mediante una regresión potencial, obteniéndose los valores de las constantes a y b de la fórmula $Y = a X^b$, donde:

X = Longitud total en milímetros

Y = Peso en gramos

La intensidad alimentaria del krill, se determinó por la transparencia del cefalotórax que permite observar el grado de coloración del estómago y hepatopáncreas al ingerir el fitoplancton, el cual es almacenado en el sistema digestivo del animal; para este fin se tomó una sub-muestra de krill fresco inmediatamente después de la captura, sin daño mecánico externo. Para la catalogación de los diferentes tipos de intensidad alimentaria se empleó la escala recomendada por CCAMLR (1999):

Tipo I: No alimentado

Tipo II: Ligeramente alimentado

Tipo III: Moderadamente alimentado

Tipo IV: Intensamente alimentado

Para los estudios de dieta del krill, en cada lance se coleccionaron muestras al azar y se preservaron en formol diluido al 10% en frascos rotulados para su análisis en el laboratorio de ecología trófica del Instituto del Mar del Perú.

En el laboratorio, se procedió a medir los individuos de cada muestra y se ordenaron de menor a mayor, para la extracción de los sacos gástricos, los que fueron preservados en micro viales con formol al 10% para su revisión al microscopio empleando 40X de aumento.

La observación de las muestras se realizó tratando de llegar al mínimo taxón posible empleando las siguientes referencias bibliográficas (FERNANDES 1999, FRENGUELLI 1943, FRENGUELLI y ORLANDO 1958, HASLE y SYVERTSEN 1996).

Los datos registrados fueron hora, profundidad de captura, número y presencia de organismos fitoplanctónicos, que se expresaron en porcentaje y analizaron con la técnica estadística multivariada no paramétrica denominada escalamiento multidimensional en el entorno PRIMER (CLARKE 1993) en función de la talla del krill. La bondad de ajuste (stress) se delimitó de la siguiente manera: valor <0,05 es una excelente representación espacial; <0,1 es bueno; <0,2 puede ser bueno; >0,25 puede ser erróneo; $0,35 < \text{stress} < 0,4$ la representación gráfica no está relacionada con los rangos de similitud (CLARKE 1993).

3. RESULTADOS

PROSPECCIÓN SINÓPTICA

Composición por especies en las capturas.- Se capturó 3.387 kg, el 99% (3.352 kg) correspondió al krill antártico. El grupo de otros organismos estuvo conformado por peces mictófidios, *Chaenocephalus* sp., *Cryodraco* sp., larvas de peces, eufáusidos del género *Thysanoessa*, medusas, salpas, sifonóforos (Fig. 1).

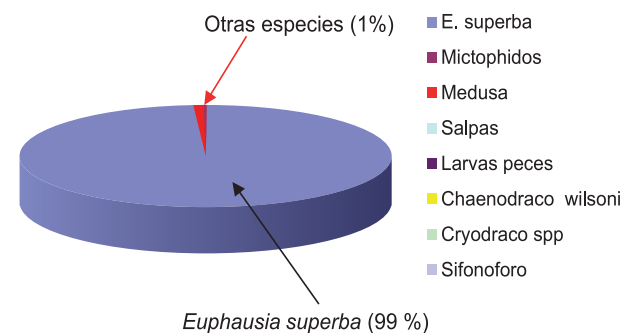


Figura 1.- Composición por especies, prospección sinóptica. ANTAR XVII

Distribución vertical.- Mayores capturas se obtuvieron entre 25 y 50 m de profundidad y entre 50 y 75 m (Fig. 2). Durante la noche los enjambres de krill, se encontraron más densos, la captura promedio fue 367,50 kg por lance; en horas diurnas la captura promedio fue 244,57 kg por lance, dando un factor de relación (captura noche/captura día) de 0,45.

Estructura por tamaños del krill antártico.- La estructura por tallas en toda el área prospectada, abarcó de 22 a 57 mm de longitud total (LT), con moda principal entre 28 y 30 mm LT, correspondiendo fundamentalmente a ejemplares juveniles (<37 mm LT) (Fig. 3).

Los individuos juveniles (<37 mm LT) fueron los más representativos en el estrecho de Bransfield y en el Frente oceánico; mientras que los ejemplares sub adultos (38-44 mm LT) y adultos (>44 mm LT) fueron más abundantes en los alrededores de las islas Elefante y Clarence (Fig. 4).

Intensidad alimentaria del krill antártico.- El análisis de la intensidad alimentaria del krill antártico durante la prospección sinóptica, mostró que la mayor parte de individuos muestreados en el estrecho de Bransfield fueron del tipo 3 y 4, es decir estuvieron moderadamente e intensamente alimentados, mientras que en la isla Elefante predominaron los ligeramente y moderadamente alimentados (Fig. 5).

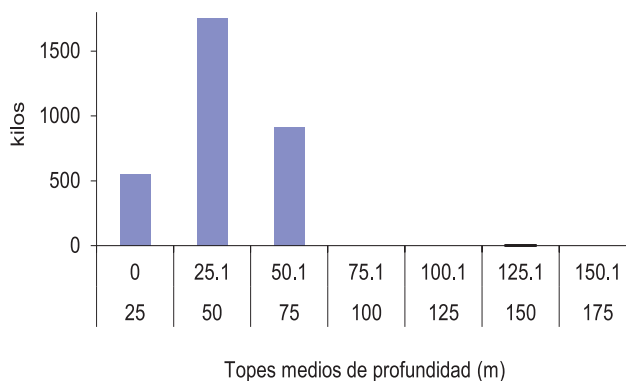


Figura 2.- Capturas (kg) de krill, según profundidad. ANTAR XVII

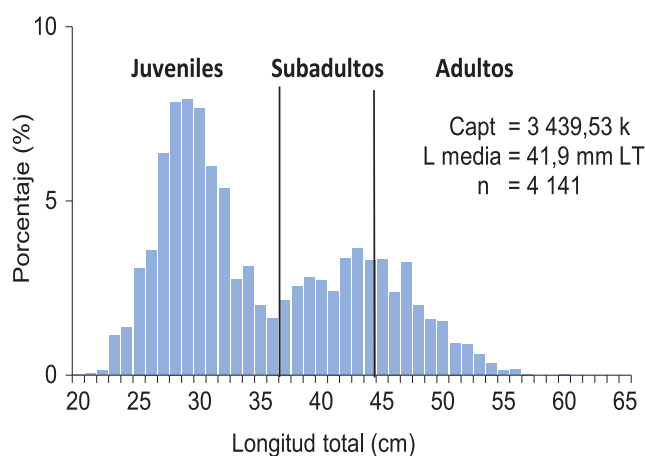


Figura 3.- Estructura por tallas del krill. ANTAR XVII

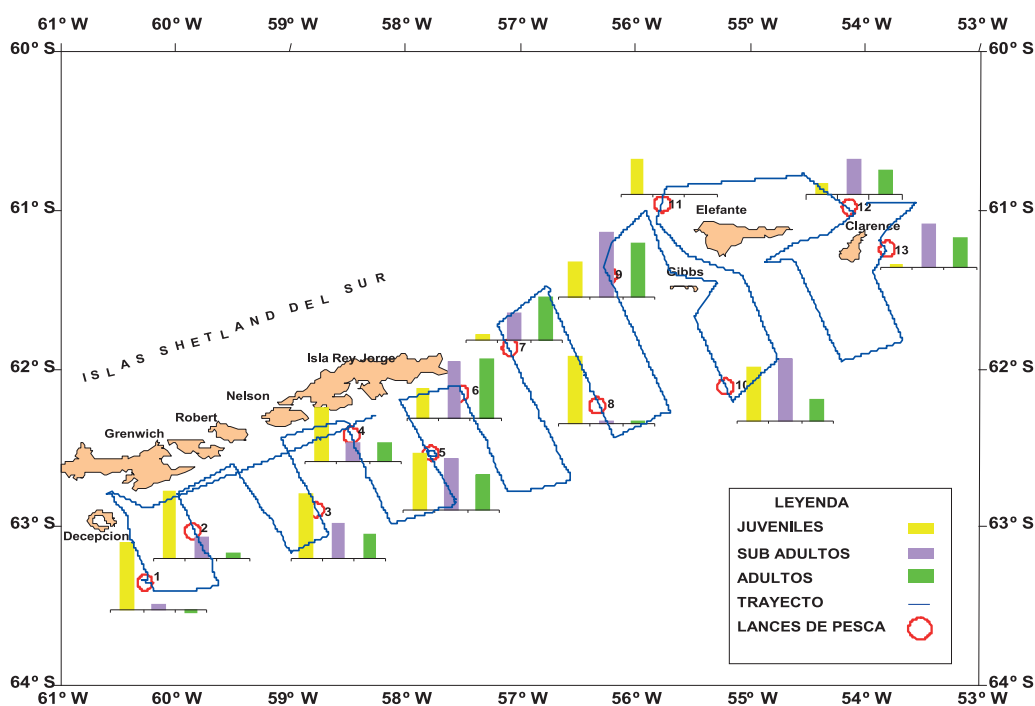


Figura 4.- Distribución del krill antártico, según grupos de tamaños, prospección sinóptica (17-23 Enero 2007). ANTAR XVII

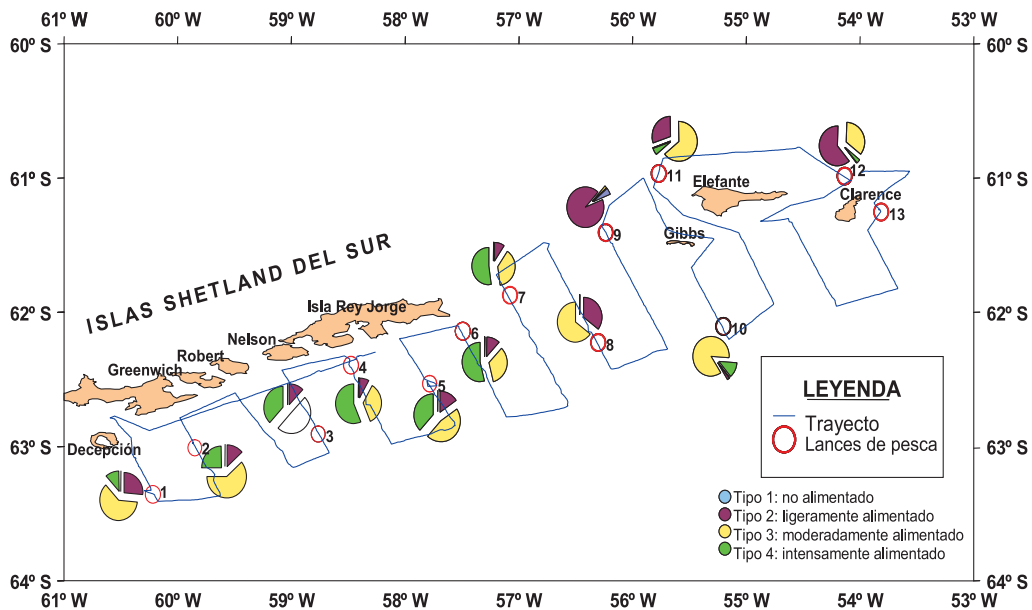


Figura 5.- Distribución del krill antártico, según grado de intensidad alimentaria, prospección sinóptica. ANTAR XVII

EXPERIMENTO EN LA ISLA ELEFANTE

Composición por especies en las capturas.- La captura en la zona del experimento fue de 3.465 kg, correspondiendo el 99% al krill antártico (3.440 kg) y el 1% a otras especies (25 kg) (Fig. 1). Las mayores capturas se registraron entre 50 y 75 m de profundidad; así como entre 100 y 125 m (Fig. 6). A diferencia de la prospección sinóptica en las que fueron superficiales.

Estructura por tamaños del krill antártico.- La estructura por tallas en la isla Elefante fue predominantemente adulta, con rango de 20 a 60 mm LT, con tres modas 43, 48 y 28 mm LT y longitud promedio 41,9 mm LT (Fig. 7).

Según estratos de profundidad, los juveniles se encontraron principalmente entre 50 y 100 m de profundidad y los sub adultos y adultos se localizaron indistintamente a cualquier profundidad, desde los 25 m hasta más de 125 m. Los grupos importantes de sub-adultos y adultos estuvieron constituidos por ejemplares con rango de tallas entre 39 y 54 mm LT (Fig. 8).

Según horas del día, los juveniles (<37 mm LT) fueron capturados durante el día; mientras que los ejemplares sub adultos (38-44 mm LT) y adultos (>45 mm LT) se capturaron tanto en el día como en la noche (Fig. 9).

Los ejemplares sub adultos (38-44 mm LT) y adultos (>45 mm LT) fueron los más abundantes, representando el 79% del total, de los cuales la gran mayoría fueron hembras grávidas; los juveniles (<37 mm LT) representaron el 21% (Fig. 10).

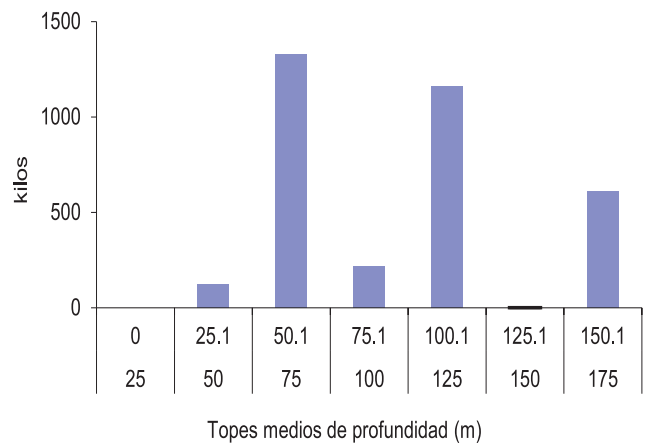


Figura 6.- Capturas (kg) de krill antártico, según topes medios de profundidad, en la zona de experimento. ANTAR XVII

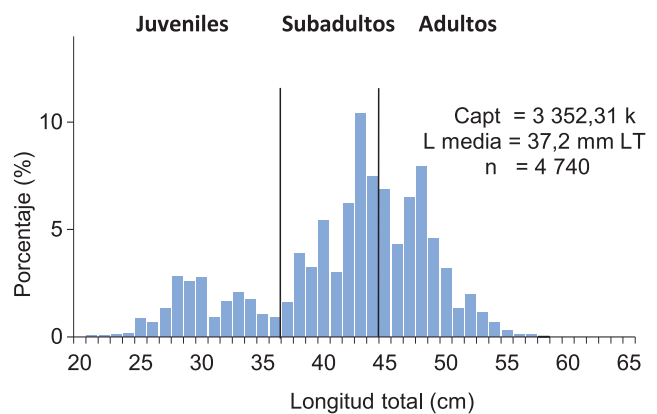


Figura 7.- Estructura por tallas del krill antártico durante la prospección. ANTAR XVII

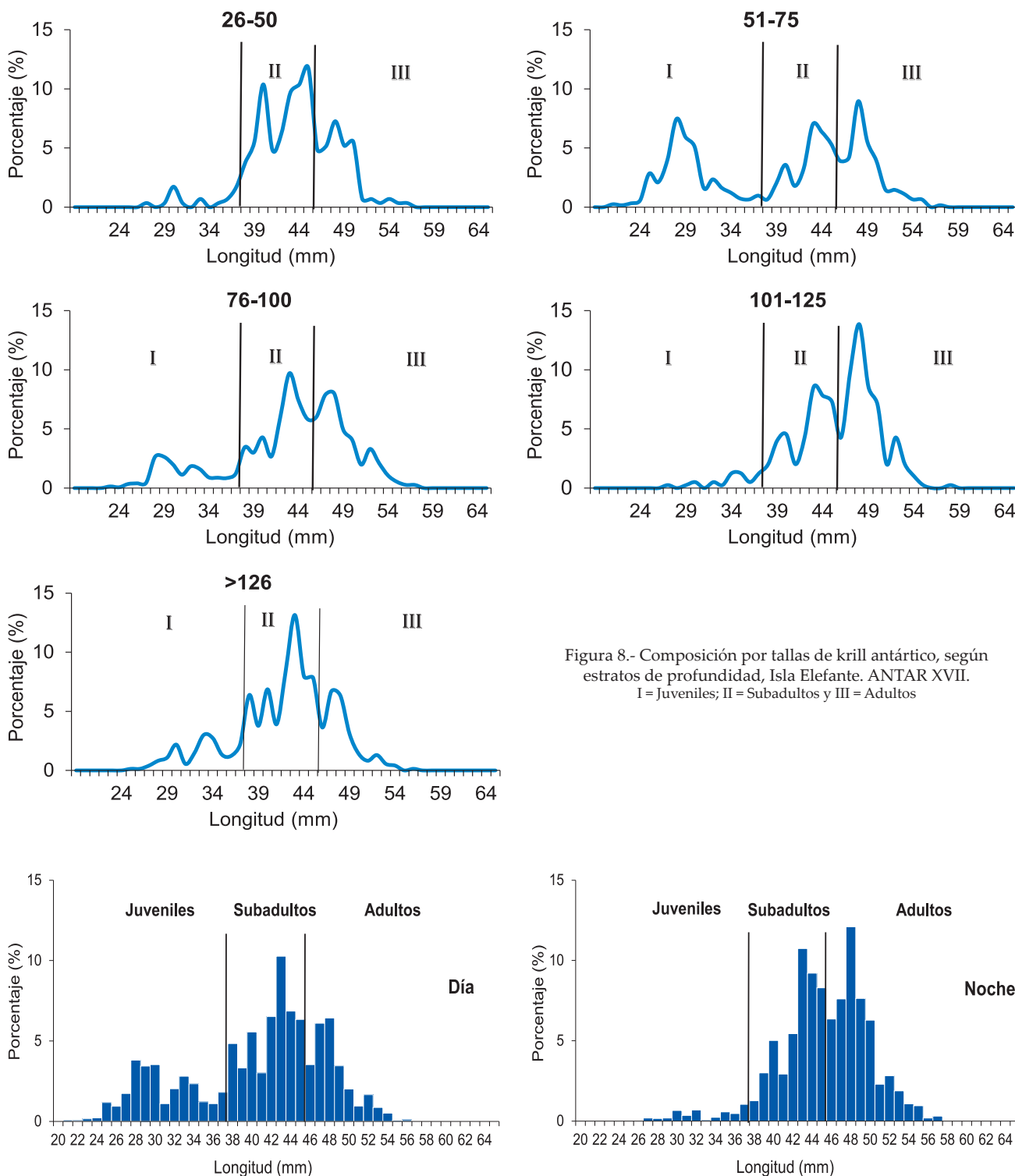


Figura 8.- Composición por tallas de krill antártico, según estratos de profundidad, Isla Elefante. ANTAR XVII.
I = Juveniles; II = Subadultos y III = Adultos

Figura 9.- Estructura por tallas del krill antártico, según horas del día, en la zona del experimento (Isla Elefante). ANTAR XVII

Intensidad alimentaria del krill antártico.- En la zona del experimento el mayor porcentaje de individuos de krill estuvieron ligeramente alimentados (55%) (Fig. 11).

Según grupos de tamaños (<37, 38-44 y >45 mm LT), se determinó que gran parte de los ejemplares juveniles se encontraron moderada e intensamente alimentados

(Tipos 3 y 4), los sub-adultos y adultos ligeramente alimentados (Fig. 12).

Según horas del día, se registró que entre 04:00 y 12:00 horas, la mayor proporción de ejemplares de krill estuvieron moderada e intensamente alimentados y entre 16:00 y 20:00 horas predominaron los ligeramente alimentados (Fig. 13).

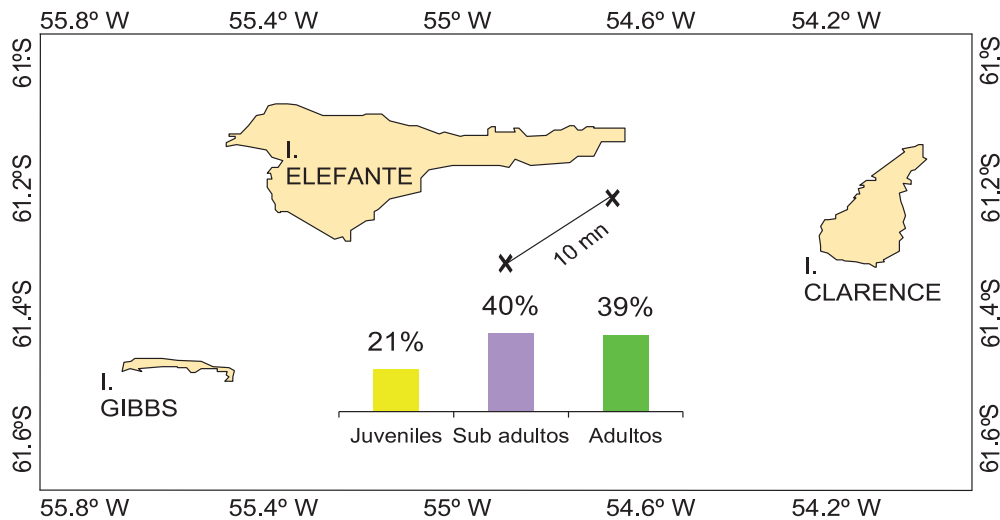


Figura 10.- Distribución del krill antártico, según grupos de tamaños durante el experimento (24-26 Enero 2007). ANTAR XVII

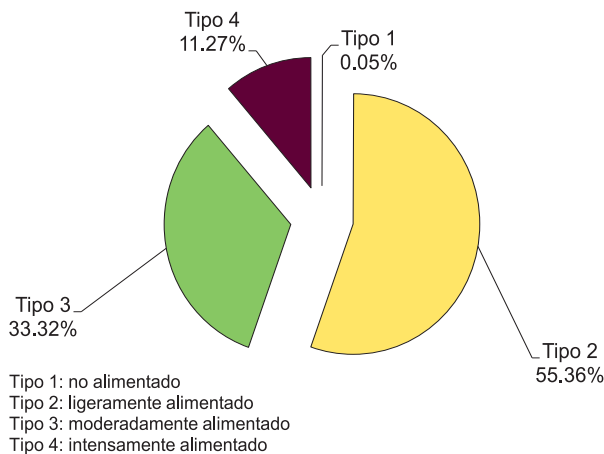


Figura 11.- Intensidad alimentaria del krill antártico en la zona del experimento (Isla Elefante). ANTAR XVII

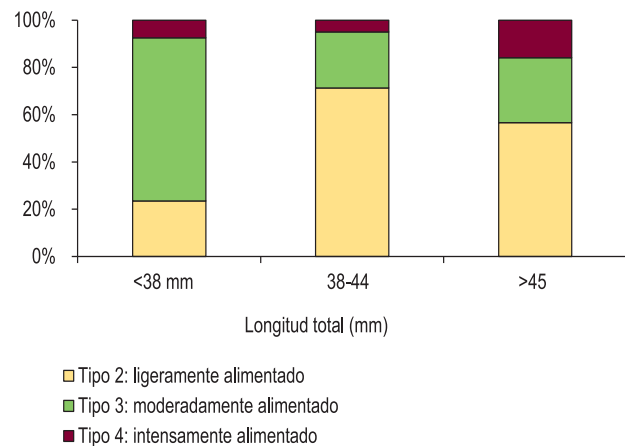


Figura 12.- Intensidad alimentaria del krill antártico, según grupos de individuos. ANTAR XVII

Proporción sexual.- El análisis se efectuó sobre 1.558 ejemplares y mostró la relación de 0,84:1 con predominio de hembras (54%) respecto a machos (46%). Cabe destacar que el rango de tallas de los ejemplares varió entre 34 y 59 mm LT.

Relación Longitud – Peso.- Los pesos promedios de 638 grupos de individuos fueron analizados para determinar la relación longitud-peso, de una muestra de 8.568 individuos frescos de krill, aplicando para este fin una regresión potencial (Fig. 14).

Los valores de los parámetros en la relación Longitud-Peso indican que los ejemplares adultos provenientes de las capturas realizadas entre las islas Elefante y Clarence, presentaron mayor peso corporal que los capturados en el estrecho de Bransfield, frente y alrededor de la isla Elefante, (Tabla 1, Fig. 15).

Dieta del krill antártico.- Se analizaron 445 individuos con longitud total entre 21 y 59 mm; la dieta estuvo compuesta por elementos fitoplanctónicos, registrándose un total de 23 ítems entre diatomeas, dinoflagelados y tintínidos (Tabla 2). Las diatomeas fueron el componente más frecuente y numeroso destacando entre ellas los géneros *Cocconeis* sp. (%FO = 14,18; %N= 19,51), *Navicula* sp. (%FO = 10,61; %N=7,49), *Fragilariopsis cylindrus* (%FO= 9,96; %N= 15,56) y el tintínido *Cymatocylis* sp. (%FO= 10,17; %N= 14,77).

Análisis multivariado.- Los análisis de escalamiento multidimensional (MDS) se realizaron teniendo en cuenta los valores numéricos de las presas.

Con respecto a la talla (Fig. 16a), no se observó diferencias notables, así como con respecto a la hora de captura (Fig. 16b) y la profundidad de captura (Fig. 16c). Es pertinente mencionar que los resultados obtenidos son similares a lo observado durante la anterior expedición.

Tabla 1.- Valores de los parámetros de la relación longitud-peso de *Euphausia superba*

Parámetros Zonas	a	b	R ²	N (individuos)	N (grupos)
Estrecho Bransfield Rango = 20-60 mm (LT)	0,000005	3,0702	0,98	2090	184
Frente oceánico Rango = 21-57 mm (LT)	0,000005	3,0806	0,98	1557	120
Isla Elefante Rango = 21-55 mm (LT)	0,000006	3,0511	0,98	780	53
Experimento Rango = 21-58 mm (LT)	0,000003	3,2514	0,98	4141	281
Total área evaluada	0,000004	3,1588	0,98	8568	638

Tabla 2.- Componentes de la dieta de *E. superba*, cerca de la isla Elefante. ANTAR XVII

Grupos	Especies	%F	%N
	<i>Actinocyclus</i> sp.	0,22	0,08
	<i>Amphora</i> sp.	0,11	0,04
	<i>Amphiprora</i> sp.	0,11	0,04
	<i>Cocconeis</i> sp.	14,18	19,51
	<i>Detonula</i> sp.	1,84	1,58
	<i>Fragilaria</i> sp.	3,03	2,25
	<i>Fragilariopsis cylindrus</i>	9,96	15,56
	<i>F. kerguelensis</i>	6,71	6,16
	<i>F. rhombica</i>	4,98	10,40
Diatomeas	<i>Fragilariopsis</i> sp.	7,90	7,70
	<i>Gomphonema</i> sp.	0,76	0,50
	<i>Grammatophora</i> sp.	0,76	0,50
	<i>Licmophora</i> sp.	6,60	4,28
	<i>Navicula</i> sp.	10,61	7,49
	<i>Thalassiosira</i> sp.	7,14	4,49
	<i>Tropidoneis</i> sp.	0,11	0,04
	Centrice	3,46	1,96
	Pennate 1	2,49	1,33
	Pennate 2	0,11	0,04
Dinoflagelado	<i>Dinophysis</i> sp.	2,38	1,25
	<i>Protoperidinium</i> sp.	0,11	0,04
Tintínidos	<i>Cymatocylis</i> sp.	10,17	14,77
Restos de <i>Coscinodiscus</i> sp. (+)		6,28	

4. DISCUSIÓN

Durante esta expedición, los juveniles de krill fueron los más representativos en el estrecho de Bransfield; mientras que los subadultos y adultos predominaron en la zona del experimento (isla Elefante). Al comparar estos resultados con los obtenidos en el verano austral del 2006, se colige que el reclutamiento fue mejor en este período porque predominaron los ejemplares juveniles; mientras que en el 2006 fueron mayormente adultos, con una longitud promedio de 46,1 mm de longitud total (CÁRDENAS et al. 2007).

El análisis de la estratificación por tamaños del krill, mostró algunas diferencias en el comportamiento según horas del día y estratos de profundidad, teniéndose en cuenta que las condiciones ambientales durante la ejecución de esta campaña fueron mejores a las registradas en el verano del 2006. Los ejemplares juveniles fueron capturados tanto en el estrecho de Bransfield como en la zona del experimento mayormente en horas del día y hasta los 75 m de profundidad; mientras que los subadultos y adultos fueron capturados principalmente en horas de la noche e indistintamente a diferentes profundidades.

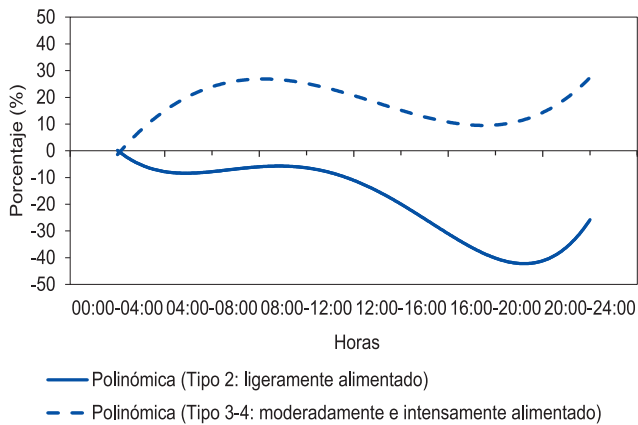


Figura 13.- Intensidad alimentaria del krill antártico, según horas del día en la zona del experimento (Isla Elefante). ANTAR XVII

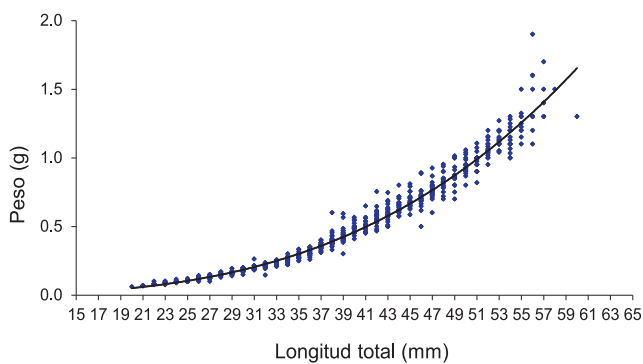


Figura 14.- Relación longitud-peso global del krill antártico. ANTAR XVII

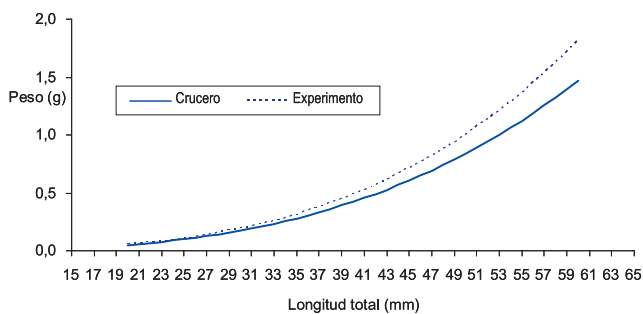


Figura 15.- Relación longitud-peso del krill por zonas: estrecho Bransfield, frente y alrededores de la isla Elefante y entre las islas Elefante y Clarence. ANTAR XVII

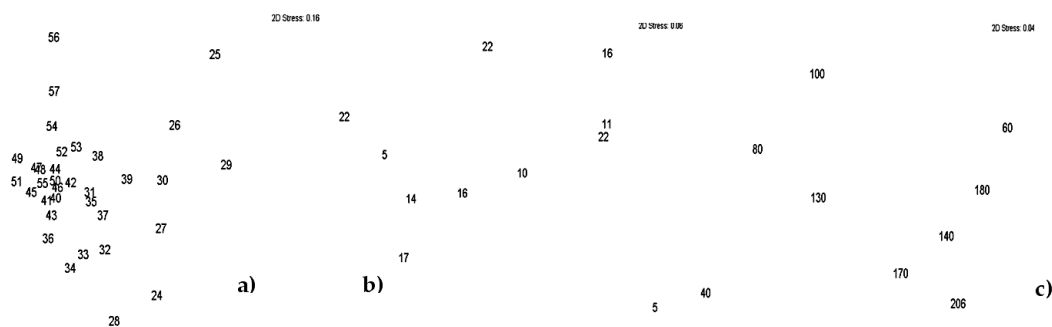


Figura 16.- Análisis de escalamiento multidimensional en función de a) la talla, b) hora de captura, c) profundidad de captura del krill antártico. ANTAR XVII

Los resultados del análisis de escalamiento multidimensional con respecto de la talla del krill, la hora del día y la profundidad de captura, se pueden atribuir a lo que mencionó FALK-PETERSEN et al. (2000) que el krill está bien adaptado al pastoreo del fitoplancton cuya producción se intensifica durante el verano austral. Durante este período con solo ingerir fitoplancton es capaz de incrementar su reserva de lípidos hasta un 50% (FALK-PETERSEN et al. 2000) el cual es transferido a través de la cadena trófica a sus depredadores proporcionándoles las calorías necesarias para la supervivencia en este ecosistema de cambios muy marcados (FALK-PETERSEN et al. 1990). Así mismo, mediante estudios de la dinámica de los lípidos en el krill durante el verano austral, se han encontrado mayormente ácidos grasos típicos del fitoplancton (CRIPPS y HILL 1998, FALK-PETERSEN et al. 2000).

Aunque, teniendo en cuenta el alimento disponible en el área de estudio, el que según Ochoa et al. (este volumen) se ha visto disminuido, no se traduce en cambios en la dieta. También debemos tener en cuenta que el krill se alimenta eficientemente de partículas mayores de 20 μm (MEYER y EL-SAYED 1983, BOYD et al. 1984) y entre ellas se consideran a las diatomeas y los demás elementos del fitoplancton encontrados en la dieta.

Acerca de la diatomea *Fragilariopsis* sp., se le considera del tipo pennate y que forma asociaciones alrededor de un eje las cuales han sido contadas en su totalidad pero no ha sido posible identificarlas a nivel de especie.

Los resultados obtenidos representan una imagen instantánea y no concluyente puesto que necesariamente debe plantearse el empleo de técnicas alternativas que respalden lo obtenido y permitan cuantificar la dieta del krill.

5. CONCLUSIONES

En toda el área evaluada, la captura total fue de 6.852 kg, de los cuales el 99% correspondió al krill antártico *Euphausia superba* y el 1% a otros organismos.

Los individuos juveniles fueron los más representativos en el estrecho de Bransfield y Frente oceánico a diferencia de la zona del experimento donde los adultos y sub-adultos fueron los más abundantes. Los ejemplares de mayor tamaño correspondieron a hembras grávidas.

La estratificación por tallas del krill antártico, mostró diferencias según horas del día y estratos de profundidad principalmente en los individuos <37 mm de longitud total (juveniles).

La dieta del krill estuvo compuesta por elementos fitoplanctónicos, los individuos analizados estuvieron ligeramente y moderadamente alimentados.

No se han observado cambios en la dieta del krill, según tamaños, estratos de profundidad y horas de captura.

6. REFERENCIAS

- ALONZO S H, SWITZER P V, MANGEL M. 2003. An ecosystem-based approach to management: using individual behaviour to predict the indirect effects of Antarctic krill fisheries on penguin foraging. *Journal of Applied Ecology* 40: 692-702.
- ATKINSON A, SIEGEL V, PAKHOMOV E, ROTHERY P. 2004. Long-term decline in krill stock and increase in s alps within the Southern Ocean. *Nature* (Vol. 432): 100-103.
- BOYD C M, HEYRAUD M, BOYD C N. 1984. Feeding of the Antarctic krill, *Euphausia superba*. *Journal of Crustacean Biology* 4 (spec. 1): 123-141.
- CÁRDENAS G, PELLÓN J, FRANCO M, ESPINOZA P. 2007. Algunos aspectos de la biología y ecología del krill antártico, *Euphausia superba* en el Estrecho de Bransfield e Isla Elefante, durante el verano austral del 2006 (ANTAR XVI). En: Informe Anual del proyecto COPEPOD I, Biología, Ecología de las principales comunidades pelágicas del estrecho de Bransfield y alrededores de la isla Elefante.
- CCAMLR. 1999. Manual del Observador Científico. CCAMLR, Hobart, Australia.
- CLARKE K R. 1993. Non parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.
- CRIPPS G C, HILL H J. 1998. Changes in lipid composition of copepods and *Euphausia superba* associated with diet and environmental conditions in the marginal ice zone, Bellinghausen Sea, Antarctica. *Deep-See Research* 45: 1357-1381.
- FALK-PETERSEN S, HOPKINS C C E, SARGENT J R. 1990. Trophic relationships in the pelagic arctic food web. In *Trophic relationships in the marine environment*. Edited by M. Barnes and R.N. Gibson. Aberdeen University Pressm Aberdeen, Scotland, pp: 315-333.
- FALK-PETERSEN S, HAGEN W, KATTNER G, CLARKEA, SARGENT J. 2000. Lipids, trophic relationships, and biodiversity in Arctic and Antarctic krill. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57 (Suppl. 3): 178-191.
- FERNANDES L. 1999. Tintinidos (Ciliophora - Subordem Tintinnina) de águas subantárticas e antárticas entre a Argentina e a Península Antártica (35°S–62°S) (novembro 1992). *Rev. Brás oceanogr.* 47(2):155-171.
- FRENGUELLI J. 1943. Diatomeas de las Orcadas del Sur. *Revista del Museo de La Plata Tomo V (Botánica N° 21)*.
- FRENGUELLI O, ORLANDO H. 1958. Diatomeas y silicoflagelados del sector antártico sudamericano. Publicación N° 5. Instituto Antártico Argentino. 191 pp.
- GASCÓN V, WERNER R. 2005. El krill antártico: estudio de caso sobre implicaciones de la pesca en el ecosistema. Antarctic and Southern Ocean Coalition, 31 pp.
- HASLE G R, SYVERTSEN E E. 1996. Marine diatoms. En, Tomas, C. R. (Ed.) *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Academic Press, Inc., 5-385 pp.
- HOPKINS T L, LANCRAFT T M, TORRES J J, DONELLEY J. 1993. Community structure and trophic ecology of zooplankton in the Scotia Sea marginal ice zone in winter (1988), *Deep-sea Research* 40: 81-105.
- MEYER M A, EL SAYED S Z. 1983. Grazing of *Euphausia superba* Dana on natural phytoplankton populations. *Polar Biology* 1: 193-197.
- PRICE H J, BOYD K R, BOYD C M. 1988. Omnivorous feeding behavior of the Antarctic krill *Euphausia superba*. *Marine Biology* 97: 67-77.
- SCHMIDT K, MC CLELLAND J W, MENTE E, MONTROYA J P, ATKINSON A, VOSS M. 2004. Trophic-level interpretation based on $\delta^{15}N$ values: implications of tissue-specific fractionation and amino acid composition. *Marine Ecology Progress Series* 266: 43-58.