

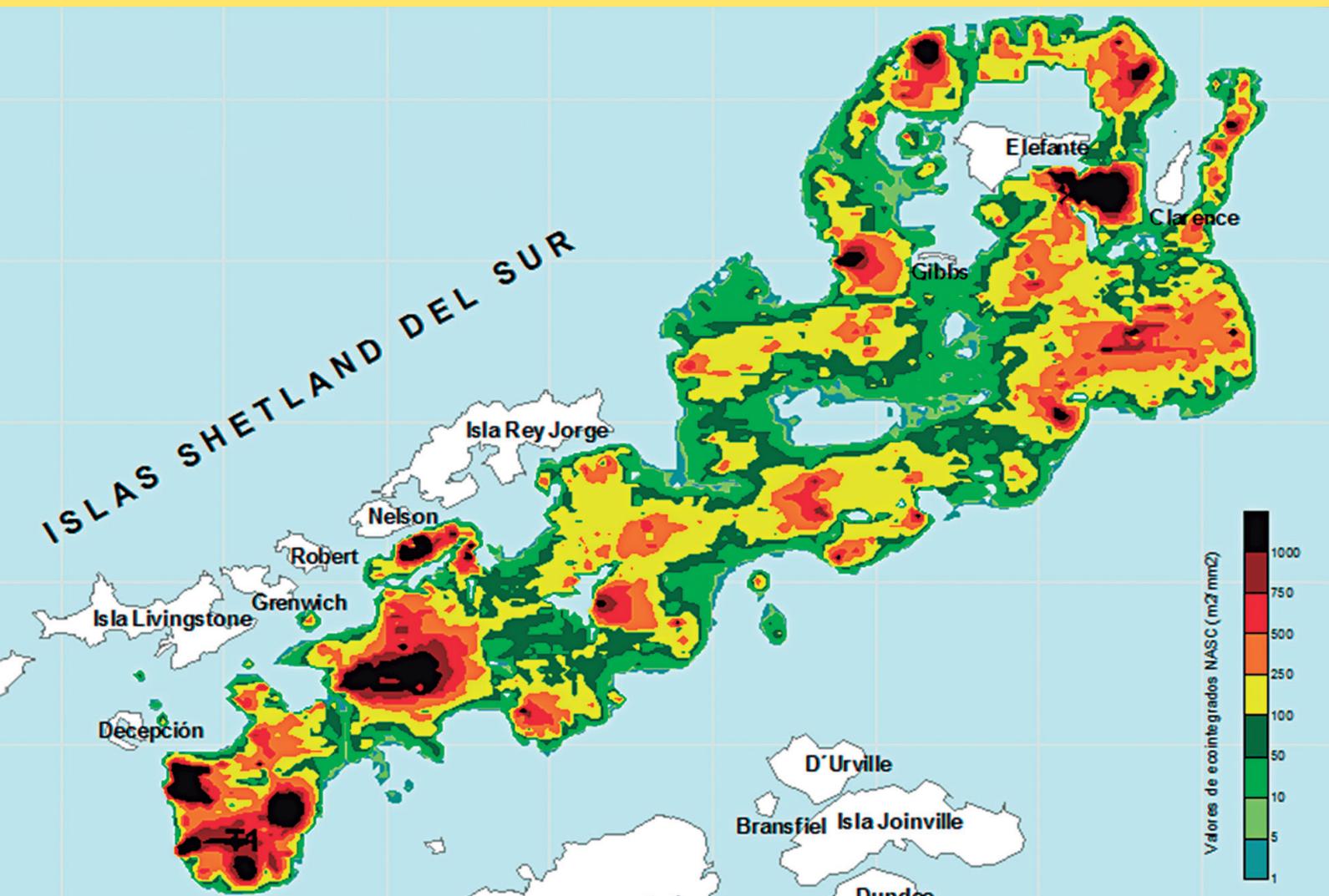


# BOLETÍN

## INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458 – 7766

VOLUMEN 31, Número 1



Enero - Junio 2016  
Callao, Perú

# AVES Y MAMÍFEROS MARINOS ANTÁRTICOS RELACIONADOS CON LA BIOMASA DE KRILL *Euphausia superba*, ESTRECHO DE BRANSFIELD E ISLA ELEFANTE

## ANTARCTIC SEABIRDS AND MARINE MAMMALS RELATED TO KRILL BIOMASS *Euphausia superba*, BRANSFIELD STRAIT AND ELEPHANT ISLAND

Luis Alza<sup>1</sup>Francis Van Oordt<sup>1</sup>Gisella Yataco<sup>1</sup>

### RESUMEN

ALZA L, VAN OORDT F, YATACO G. 2016. *Aves y mamíferos marinos antárticos relacionados con la biomasa de krill Euphausia superba, estrecho de Bransfield e isla Elefante. Bol Inst Mar Perú. 31(1): 71-75.*- Se realizaron observaciones de aves y mamíferos marinos en el estrecho de Bransfield y alrededores de las islas Piloto Pardo, en enero de 2006, durante la XVI expedición del Perú en la Antártida. Se identificaron 17 especies de aves marinas y 7 especies de mamíferos marinos; estas observaciones fueron agrupadas en UBM (0,25 mn) teniendo un total de 636 UBM. Los avistamientos de aves y mamíferos marinos se analizaron en relación a la presencia y biomasa de su principal presa, el krill (*Euphausia superba*). De las especies de aves y mamíferos registradas, se observó que 7 especies de aves y 2 de mamíferos mostraron una asociación significativa con la presencia de krill. Se encontraron diferencias altamente significativas en la media de la abundancia de aves entre las UBM donde se registró y no se registró krill. Al comparar la media de biomasa de krill por UBM entre las diferentes variables consideradas para las aves no se encontraron diferencias significativas. Utilizando una clasificación arbitraria de la biomasa de krill, se observó que las variables: número de aves, Oceanitidae y *Fulmarus glacialis* presentaron una asociación con la categoría muy disperso y disperso de la clasificación de krill. Los resultados encontrados muestran que la familia Spheniscidae, el *Pygoscelis antarctica* y *Fulmarus glacialis* serían buenos indicadores de la presencia de krill; la familia Oceanitidae no sería buena indicadora. En el caso de los mamíferos marinos debido al número reducido de avistamientos las pruebas no mostraron diferencias significativas.

PALABRAS CLAVE: Aves marinas, krill, disponibilidad, abundancia, ecología de forrajeo

### ABSTRACT

ALZA L, VAN OORDT F, YATACO G. 2016. *Antarctic seabirds and marine mammals related to krill biomass Euphausia superba, Bransfield Strait and Elephant Island. Bol Inst Mar Perú. 31(1): 71-75.*- During the XVI Peruvian Antarctic Expedition on summer of 2006 seabirds and marine mammals observations were conducted at the Bransfield Strait and around the Piloto Pardo Islands. 17 species of seabirds and 7 species of marine mammals were identified. The Sampling Basic Unit (SBU) was 0.25 nm, having at the end of the track, a number of 636 SBU. Seabirds and marine mammals' observations were analyzed in relation to the presence and biomass of its main prey, krill (*Euphausia superba*). Seven species of seabirds and two species of mammals showed a significant association between its presence and krill. There were found highly significant differences in the seabirds abundance mean between the SBU's that presented krill and the SBU that did not present it. On the other side, when comparing krill's biomass mean per SBU with seabirds no difference was found. Results indicate that the *Pygoscelis antarctica*, *Fulmarus glacialis* and Spheniscidae family could be considered good indicators of the presence of krill. Due to the few marine mammals observations conducted during the expedition, no significant differences were found.

KEYWORDS: Marine birds, krill, availability, abundance, foraging ecology

## 1. INTRODUCCIÓN

La distribución y abundancia de organismos son afectadas por comportamientos como la selección de hábitat, alimentación, y reproducción. (ALONZO et al. 2003). Entre estos, es ampliamente reconocido que la disponibilidad de alimento en el medio es el principal factor (SAFINA y BURGER 1988), por lo que se puede considerar que la presencia de las aves y mamíferos en el mar está relacionada principalmente a la obtención del alimento, pudiendo ser buenos indicadores de sistemas de alta productividad (TRITES 1997, BALANCE et al. 2001, BERTA et al. 2006).

El estudio de depredadores que se especializan en uno o pocos tipos de presas, muestran que la densidad de aves marinas es un buen indicador de la probabilidad de la presencia de presas (OBST 1985). Asimismo, se distribuyen selectivamente de acuerdo a los patrones de distribución horizontal (p. e. conjunto de enjambres), vertical (p. e. migración) y a las estructuras por tallas de sus presas (HEINEMANN et al. 1989, AINLEY et al. 1993, ALONZO et al. 2003, TAKAHASHI et al. 2003a) en el caso del krill.

<sup>1</sup> Unidad de Investigaciones de Aves y Mamíferos Marinos. IMARPE

Las observaciones realizadas a bordo de embarcaciones permiten obtener una visión de la distribución de depredadores en el mar, llenando el vacío sobre el conocimiento que todavía existe (REID et al. 1999). Estas observaciones se han visto complementadas con la incorporación de métodos hidroacústicos para evaluar las presas, permitiendo probar hipótesis que las relacionen con la abundancia y distribución de aves y mamíferos marinos (HUNT 1991).

El presente trabajo tiene por objetivo responder de modo preliminar la hipótesis de la selectividad por parte de los depredadores superiores sobre la biomasa de krill; es decir, que la presencia y la abundancia de aves en el estrecho de Bransfield e islas Piloto Pardo están asociadas con la presencia y la abundancia de krill.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### Obtención de datos

Los datos de aves marinas consideraron a las tres principales familias (Spheniscidae, Procellariidae y Oceanitidae) y a las siete principales especies que las conforman: *Pygoscelis papua*, *Pygoscelis antarctica*, *Macronectes giganteus*, *Daption capense*, *Fulmarus glacialisoides*, *Oceanites oceanicus* y *Fregatta tropica*, estas familias representaron más del 96% del número de individuos por especies observados. En el caso de los mamíferos marinos se consideró a la familia más importante (Balaenopteridae) y a las dos especies más abundantes y frecuentes como son la ballena jorobada *Megaptera novaeangliae* y la ballena de Minke antártica *Balaenoptera bonaerensis*.

Los datos de la biomasa de krill fueron calculados sobre los datos acústicos por unidad básica de muestreo (UBM) o celdas (0,25 mn) recorridas durante el crucero y los datos de tallas y pesos de krill, obtenidos de las calas de comprobación. Estos datos por UBM representan el valor de biomasa para toda la columna de agua.

Tanto para los datos de aves y mamíferos como para los de biomasa de krill sólo se utilizaron las UBM de los transectos que son las líneas recorridas perpendiculares a la costa.

### Análisis de datos

Los análisis utilizados pertenecen a la estadística no paramétrica, debido a que las variables, no transformadas y transformadas (log 10) no presentaron una distribución normal en su distribución de frecuencias por UBM.

Para explorar la asociación entre la presencia (cualitativa) y abundancia (cuantitativa) de aves y mamíferos marinos, y la presencia y abundancia (categorías) de krill; se probó si existía asociación y diferencias entre

grupos de variables tanto numéricas (abundancia) como categóricas (presencia y ausencia).

Para las aves y los mamíferos mencionados, se procedió a determinar si existe diferencia en la frecuencia de la presencia de estos y la presencia de krill, utilizando para ello la prueba de Chi cuadrado. Luego, se determinó diferencias en las medias del número y abundancia de las especies de aves y mamíferos observadas en presencia y ausencia de krill, y si existen diferencias en las medias de la biomasa de krill en los eventos de presencia y ausencia de depredadores, utilizando la prueba de Wilcoxon.

Además, se probó si existen diferencias entre la media de la biomasa de krill correspondiente a las variables categóricas (grupos) de las aves (número de aves, familias y especies) y las diferencias entre la abundancia para cada variable (familias y especies de aves) y las categorías de biomasa de krill (agrupaciones arbitrarias utilizadas por el área de Detección y Comportamiento), utilizando la prueba de Kruskal-Wallis. El programa utilizado para el cálculo de las pruebas estadísticas no paramétricas fue el S-PLUS versión 6.1.

## 3. RESULTADOS

Se registró presencia de krill en 63,83% (406) de las 636 UBM que comprendieron los momentos de observación de aves marinas en los transectos.

Se determinó que existe asociación altamente significativa entre la presencia del krill con el número de individuos de todas las especies de aves, los pingüinos y pingüino de barbijo (Chi-cuadrado; GL = 1; p <0,01) y asociación significativa entre la presencia del petrel gigante y el fulmar (Chi-cuadrado; GL = 1; p <0,05). Se observó que el 70,08% de 264 UBM donde se obtuvieron registros de aves, fueron en zonas con presencia de krill. En la Tabla 1, se muestra el número de avistamientos de los principales grupos y especies de aves y la presencia o ausencia de krill.

Tabla 1.- Número de avistamientos de familias y especies de aves en presencia y ausencia de krill, estrecho de Bransfield e islas Piloto Pardo (Enero 2006)

Familias y especies	Krill	
	presencia	ausencia
Total aves	185	79
Familia Spheniscidae	67	16
Familia Procellariidae	72	29
Familia Oceanitidae	69	41
<i>Pygoscelis papua</i>	5	0
<i>P. antarctica</i>	56	9
<i>Macronectes giganteus</i>	17	2
<i>Daption capense</i>	23	17
<i>Fulmarus glacialisoides</i>	37	9
<i>Oceanites oceanicus</i>	42	29
<i>Fregatta tropica</i>	33	13

Luego, con las variables que presentaron significancia en la prueba Chi-cuadrado, se procedió a explorar la diferencia de medias dentro de cada variable (UBM sólo con presencia de aves) agrupada por la presencia y ausencia de krill. Se encontraron diferencias altamente significativas en la media de la abundancia de aves por UBM donde se registró y donde no se registró presencia de krill (Wilcoxon;  $p < 0,01$ ) para todas las variables que presentaron asociación, es decir mayor abundancia ante la presencia de krill.

Se encontró que no existen diferencias significativas entre las medias de la biomasa de krill (UBM sólo con presencia de krill) registradas en las diferentes variables de familias y especies de aves marinas (significativas en las pruebas anteriores) como categorías (Kruskal-Wallis;  $GL = 5$ ;  $p = 0,62$ ) (Fig. 1).

La abundancia de krill calculada en toneladas por UBM fue agrupada en 9 categorías (agrupaciones

arbitrarias utilizadas por el área de detección del IMARPE) que pueden ser descritas como: muy disperso (0-5, 5-10 y 10-50), disperso (50-100, 100-250 y 250-500) y abundante (500-750, 750-1000 y 1000-15000). Estas agrupaciones sirvieron para explorar si existen diferencias entre las medias de las abundancias de las variables (UBM sólo con presencia de aves) entre categorías de abundancia de krill. Las medias de las variables entre categorías presentaron diferencias significativas (Kruskal-Wallis;  $p < 0,05$ ).

En el caso de mamíferos marinos, el número de avistamientos durante los transectos fue muy reducido ( $n=6$ ), por lo que las pruebas no mostraron ninguna diferencia significativa. En posteriores análisis en los que se consideren inter-transectos y se trabaje con los enjambres de krill, podrían encontrarse mejores relaciones y resultados más concluyentes.

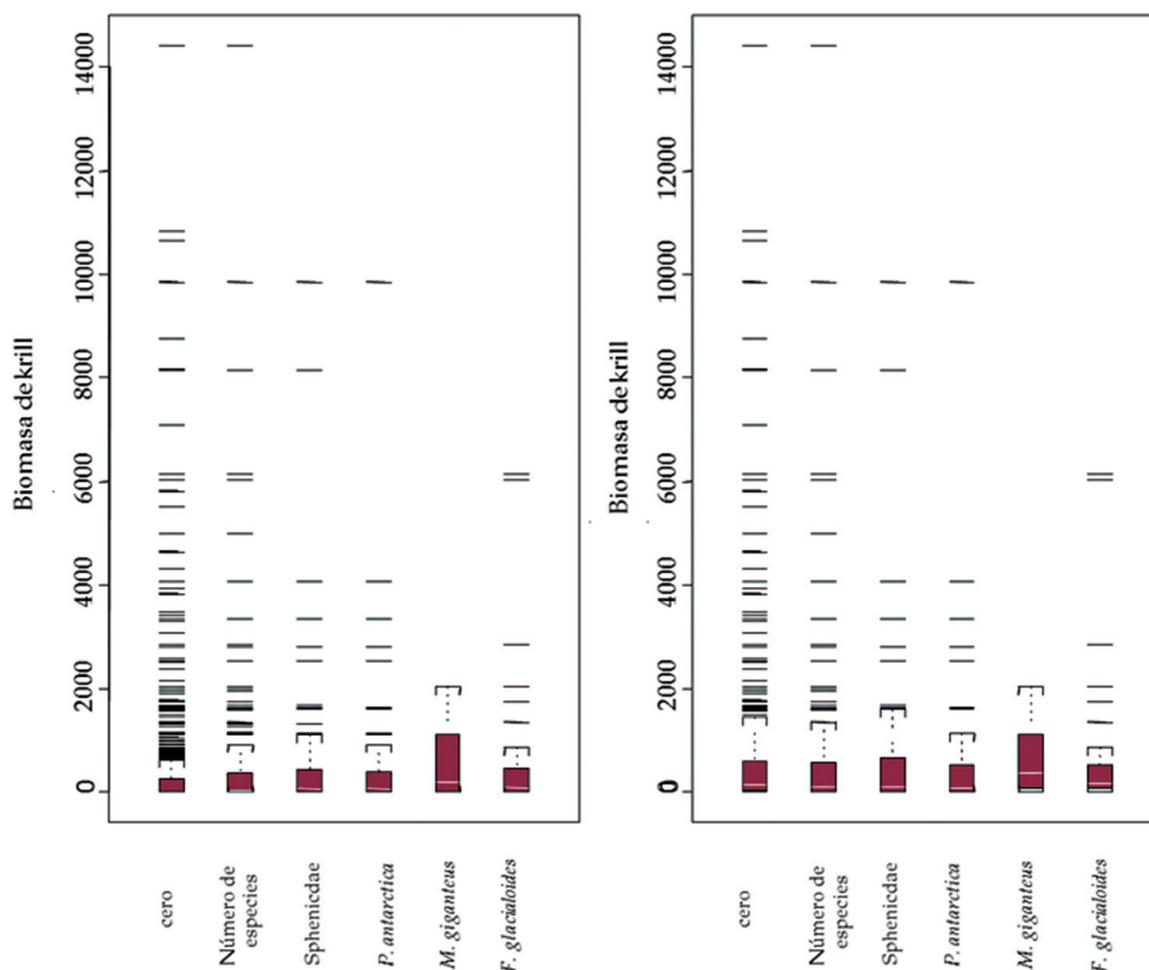


Figura 1.- Diferencias en la biomasa de krill. Se muestra la biomasa de krill por UBM según las variables familia y especie de aves. Se consideran todas las UBM (izquierda) y sólo las UBM con presencia de krill (derecha), esta última resultó no significativa y es la considerada en los resultados.

Esta figura fue utilizada para interpretar los resultados de la prueba Kruskal-Wallis. Solo se utilizaron las variables significativas en la prueba Chi-Cuadrado

#### 4. DISCUSIÓN

En estudios acerca de la ecología de forrajeo de las aves marinas, se espera encontrar una fuerte correlación entre la distribución de las aves y sus presas sobre un amplio rango de escala temporal y espacial debido a dos razones: primero, la biomasa de aves marinas es constantemente más alta en hábitats con alta biomasa de presas; segundo, quizá la competencia por alimento podría favorecer a una eficiente localización y rastreo de la presa (HEINEMANN et al. 1989).

Nuestros resultados concuerdan con lo antes mencionado, pero no de modo evidente. Se han encontrado correlaciones significativas entre la presencia de krill y la presencia y abundancia de aves marinas. Las asociaciones altamente significativas se presentaron en especialistas en krill, como en el caso de la familia Spheniscidae y *Pygoscelis antarctica*, esta especie es una de las mayores consumidores de krill (>95% de la dieta) tanto en la región de la península Antártica como fuera de ella (JANSEN et al. 1998, TAKAHASHI et al. 2003, TRIVELPIECE et al.1990). La presencia de *Pygoscelis papua*, también especialista en krill, debió ser altamente significativa con el krill; sin embargo, nuestros resultados fueron afectados por los escasos avistamientos de la especie en los transectos durante la evaluación.

Para *Fulmarus glacialoides* la asociación fue significativa con la presencia de krill, esto se explica debido a su preferencia por el krill que puede llegar al 85% de su dieta. Para el caso del *Daption capense* a pesar de tener aproximadamente la misma proporción de krill en la dieta no hubo significancia.

La asociación no significativa para el caso de *Oceanites oceanicus* con la presencia de krill puede ser explicada por la variación estacional de la dieta con la época reproductiva, la proporción de krill en su dieta disminuye durante la reproducción (diciembre-marzo), temporada dentro de la cual se realizó la evaluación. La *Fregetta tropica* no es especialista en el krill (CROXALL et al.1985, HAHN 1998), por lo que los resultados pueden ser explicados.

Las pruebas de Chi-cuadrado y Wilcoxon, permitieron explorar relaciones principalmente cualitativas entre la presencia de krill y la abundancia y presencia de aves marinas, a pesar de no ser cuantitativas las asociaciones encontradas coinciden y son respaldadas con investigaciones previas lo cual nos permite considerar estos resultados como válidos.

Los resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis, parecen mostrar que entre las variables (grupos de familias y de especies) no se presentan diferencias entre ellas en las medias de biomasa de krill cuando

estas fueron registradas; es decir, los datos de registro de krill y de observación de aves no mostraron una asociación o coincidencia, ni con valores de biomasa menores o mayores, que pudieran diferenciar a las familias o especies. Estos resultados no deben ser considerados concluyentes debido al dato de biomasa utilizado (el cual considera la biomasa del alto de toda la columna de agua).

Utilizando la clasificación arbitraria por categorías de la biomasa de krill, se exploró la diferencia en las abundancias de cada familia y especie de aves entre las categorías (prueba de Kruskal-Wallis); de estos resultados, se puede sugerir una posible asociación entre las abundancias de las variables tales como: número de aves Oceanitidae y *Fulmarus glacialoides* con algunas categorías; ciertas categorías (muy disperso y disperso) presentaron mayor abundancia de aves marinas. En general, tanto para las variables que presentaron diferencias significativas en abundancia como las que no las presentaron, se pudo observar una tendencia no-lineal en las medias de abundancias por categorías, lo cual permite sugerir el uso posterior de análisis no-lineal en la asociación de depredadores y presas, posible patrón en los datos de selección de presas.

Los resultados de selectividad de depredadores sobre presencia y abundancia de sus presas para el caso de las últimas pruebas (Kruskal-Wallis) deben ser considerados como exploratorios, debido a que los valores de biomasa para el krill utilizados son los registrados para toda la columna de agua, valor que no considera la disponibilidad (profundidad del krill) de la presa. Se requiere confirmar estos resultados con análisis que consideren no sólo la abundancia y la distribución espacial sino también la disponibilidad de las presas.

#### 5. REFERENCIAS

- AINLEY D G, RIBIC C A, SPEAR L B. 1993. Species-habitat relationships among Antarctic seabirds: a function of physical or biological factors? *Condor* 95:806-816.
- ALONZO S, SWITZER P, MANGEL M. 2003. Ecological games in space and time: The distribution and abundance of Antarctic krill and penguins. *Ecology* 84(6): 1598-1607.
- BALANCE L T, AINLEY D G, HUNT G L Jr. 2001. Seabird Foraging Ecology. Pages 2636-2644 En: *Encyclopedia of Ocean Sciences*, vol. 5. Editado por: J. H. Steele, S. A. Thorpe y K. K. Turekian. Academic Press, London.
- BERTA A, SUMICH J, KOVACS K. 2006. *Marine Mammals. Evolutionary Biology*. Elsevier, Second Edition. 547 pp.
- CROXALL J P, PRINCE P A, RICKETTS C. 1985. Relationship between prey life-cycles and the extent, nature and timing of seal and seabird predation in the Scotia Sea. In: Siegfried, W. R., Consy, P. R. Laws, R. M. (ed.) *Antarctic nutrient cycles and food webs*. Springer-Verlag, Berlin, p. 516-533

- HAHN S. 1998. The food and chick feeding of black bellied storm petrel (*Fregetta tropica*) at King George Island, South Shetlands Polar Biology. Volume 19, Number 5
- HEINEMANN D, GEORGE H, EVERSON I. 1989. Relationships between the distributions of marine avian predators and their prey, *Euphausia superba*, in Bransfield Strait and Southern Drake passage, Antarctica. Mar. Ecol. Prog. Ser. 58, 3-16.
- HUNT G L Jr. 1991. Marine ecology of seabirds in polar oceans. Amer. Zool. 31: 131-142.
- JANSEN J K, BOVENG P L, BENGTON J L. 1998. Foraging modes of chinstrap penguins: contrasts between day and night. Mar Ecol Prog Ser. 165: 151-172.
- OBST B S. 1985. Densities of Antarctic seabirds at sea and the presence of the krill *Euphausia superba*. The Auk 102: 540-549.
- REID T A, HULL C L, EVADES D W, SCOFFED R P, KOEHLER E J. 1999. Shipboard observations of penguins at sea in the Australian Sector of the Southern Ocean, 1991-1995. Marine Ornithology 27: 101-110.
- SAFINA C, BURGER J. 1985. Common Tern Foraging: Seasonal Trends in Prey Fish Densities and Competition with Bluefish. Ecology 66: 1457-1463. Series 250: 279-289.
- TAKAHASHI A, DUNN M J, TRATHAN P N, SATO K, NAITO Y, CROXALL J P. 2003a. Foraging strategies of Chinstrap Penguins at Signy Island, Antarctica: importance of benthic feeding on Antarctic Krill. Marine Ecology Progress
- TRITES A. 1997. The role of pinnipeds in the ecosystem. En: Pinnipeds populations, Eastern North Pacific: status and issues. Editado por: G. Stone, J. Goebel y S. Webster.
- TRIVELPIECE W Z, TRIVELPIECE S G, GEUPEL G R, KJELMYR J, VOLKMAN N J. 1990. Adelie and chinstrap penguins: their potentials as monitors of the Southern Ocean Marine Ecosystem. In: Kerry K.R., Hempel G. (eds) Antarctic ecosystems. Ecological change and conservation. Springer-Verlag, Berlín, p 191-202.