

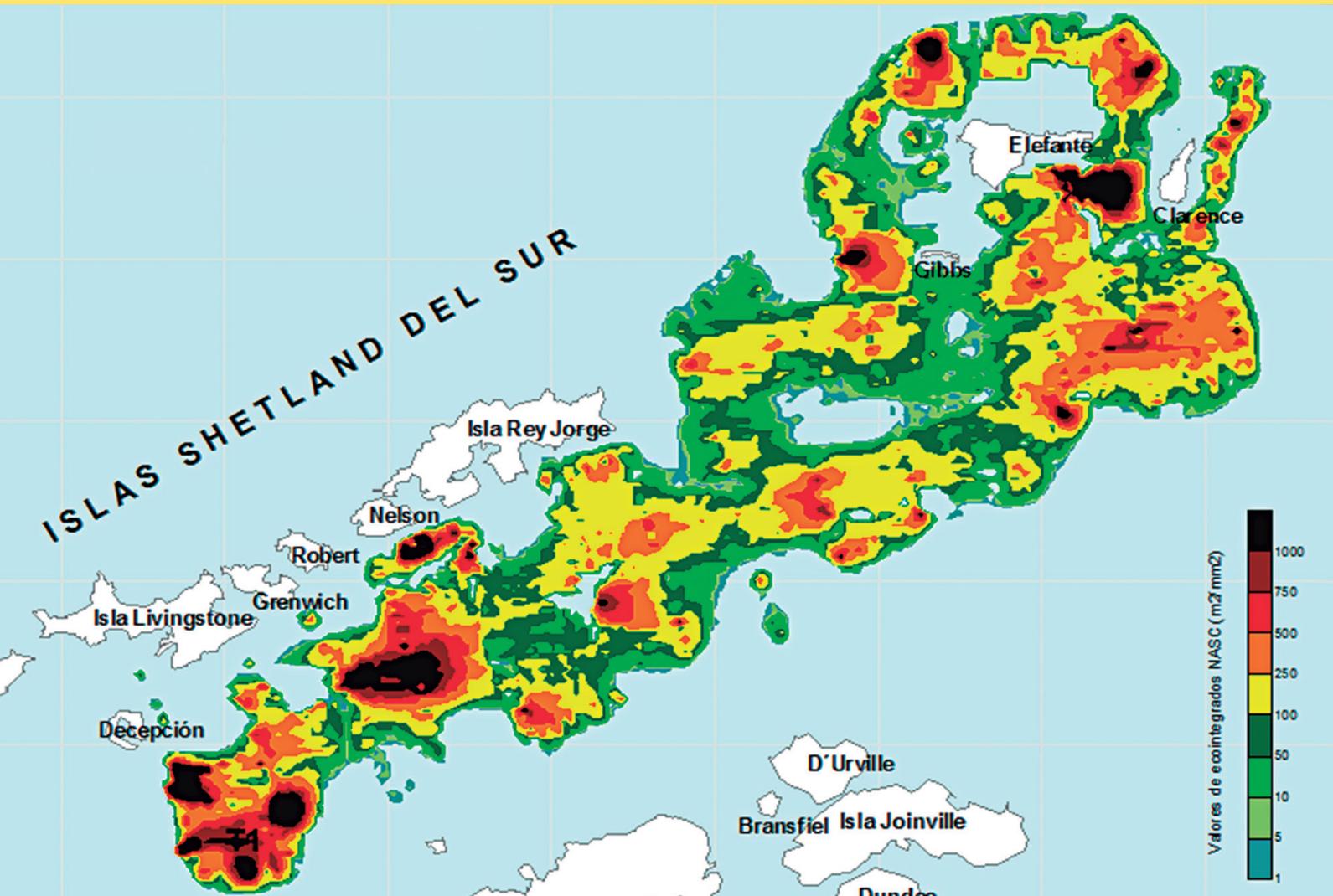


BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458 – 7766

VOLUMEN 31, Número 1



Enero - Junio 2016
Callao, Perú

AVES Y MAMÍFEROS MARINOS ANTÁRTICOS RELACIONADOS CON EL KRILL *Euphausia superba* EN EL ESTRECHO DE BRANSFIELD E ISLA ELEFANTE

ANTARCTIC MARINE BIRDS AND MAMMALS RELATED KRILL *Euphausia superba* IN BRANSFIELD STRAIT AND ELEPHANT ISLAND

Luis Alza¹Gisella Yataco¹

RESUMEN

ALZA L, YATACO G. 2016. *Aves y mamíferos marinos antárticos relacionados con el krill Euphausia superba en el estrecho de Bransfield e isla Elefante*. Bol Inst Mar Perú. 31(1): 128-138.- Se describe la distribución y la diversidad de las aves y los mamíferos marinos antárticos sobre la base de observaciones realizadas durante la XVII Expedición del Perú en la Antártida (ANTAR XVII). Las observaciones se realizaron a bordo del BIC Humboldt del 17 al 23 enero 2007. El esfuerzo de observación fue de 718 y 470 millas náuticas, para aves y mamíferos respectivamente, de un recorrido total de 1078 millas náuticas. Se analizó la relación entre la composición y abundancia de las especies y las unidades espaciales de observación (transectos) definidas del trayecto total. Se observaron 16 especies de aves marinas y 05 de mamíferos marinos. Las especies de aves más abundantes fueron: *Pygoscelis antarctica*, *Fulmarus glacialisoides*, *Daption capensis* y *Oceanites oceanicus*; y de mamíferos fueron: *Megaptera novaeangliae* y *Orcinus orca*. Los índices de amplitud de nicho permitieron describir 2 grupos en la distribución de especies y familias: asociados a costa (nicho estrecho) y tanto a costa como afuera de costa (nicho amplio). El análisis jerárquico de agrupación de las unidades (transectos) definió principalmente 2 tipos de zonas caracterizadas por su asociación a la costa; y los índices de diversidad de especies determinaron unidades espaciales importantes tanto asociadas como no asociadas a costa.

PALABRAS CLAVE: Aves marinas, mamíferos marinos, ANTAR XVII

ABSTRACT

ALZA L, YATACO G. 2016. *Antarctic marine birds and mammals related krill Euphausia superba in Bransfield Strait and Elephant Island*. Bol Inst Mar Perú. 31(1): 128-138.- We describe the distribution and diversity of Antarctic marine mammals and seabirds based on the observations made during the XVII Peruvian Expedition to the Antarctica (ANTAR XVII). The observations were made aboard the BIC Humboldt from 17th to 23rd January 2007. The observation effort was 718 and 470 nm for birds and mammals, respectively; from a total distance of 1078 nm. We analyzes the relationship between the composition and abundance of species and the spatial units of observation (transects) defined from the total track. A total of 16 species of seabirds and 5 of marine mammals were observed. The most abundant bird species were: *Pygoscelis antarctica*, *Fulmarus glacialisoides*, *Daption capensis* and *Oceanites oceanicus*, and for mammals: *Megaptera novaeangliae* and *Orcinus orca*. The niche breadth indices let us describe two groups in the species and families distribution: those associated with inshore (narrow niche) and those associated with both inshore and offshore (broad niche). Hierarchical clustering analysis of the units (transects) defined mainly two types of areas, characterized by their association to the coastline; and the species diversity indices identified significant spatial units both associated and non-associated to coast.

KEYWORDS: Marine birds, marine mammals, ANTAR XVII

1. INTRODUCCIÓN

Los patrones generales de comportamiento de los depredadores superiores en el mar están dirigidos a satisfacer sus necesidades básicas tales como: alimentación, reproducción y supervivencia. En este sentido la presencia de las aves marinas en el mar está relacionada principalmente a la obtención de alimento (BALANCE et al. 2001), por lo que en muchas regiones polares y sub-polares las aves se concentran en áreas donde las presas son abundantes (FURNESS y MONAGHAN 1987). Por otro lado, la presencia de mamíferos marinos generalmente es un buen indicador de sistemas de alta productividad (TRITES

1997, BERTA et al. 2006). Por tanto los patrones de composición, abundancia y distribución de los depredadores superiores pueden ser un medio para la evaluación del estado de los ecosistemas marinos.

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 de las áreas de distribución; por ejemplo, áreas de alimentación en aves marinas (REID et al. 1999). Además, permiten realizar estudios más detallados sobre la relación y la distribución de los depredadores con aspectos físicos y biológicos del ambiente.

¹ Unidad de Investigaciones de Aves y Mamíferos Marinos. IMARPE

Los estudios preliminares y evaluaciones rápidas del buen funcionamiento del ecosistema analizan la composición y distribución de las especies utilizando medidas de diversidad, tales como: índices cuantitativos y análisis de agrupación (MAGURRAN 1988). Estos permiten mostrar y conocer los patrones de distribución espacial de las especies y de las familias en estudio; así como, reconocer áreas de importancia debido a su alta diversidad, que está asociada a una mayor oferta de hábitat. Estudios de este tipo son un paso previo importante para relacionar los patrones a los procesos ecológicos.

Muchos estudios han demostrado que la distribución de los cetáceos puede estar fuertemente relacionada a las características del hábitat, sin embargo, la información sobre la distribución por sí sola no revela la función de estas áreas, solo cuando observaciones del comportamiento son realizadas en función a los tipos de hábitat se puede obtener una imagen completa del uso real del hábitat (HASTIE et al. 2004).

El objetivo de este documento es describir la distribución de las diferentes especies y familias de depredadores superiores (aves y mamíferos) en el mar, entre el estrecho de Bransfield y las islas Piloto Pardo, utilizando medidas de diversidad. Se examina también, la relación de la presencia de aves marinas con la de krill, comparando los resultados obtenidos en ANTAR XVI.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención de datos

La toma de datos se realizó sobre la base de 30 transectos ($T_i, T_{i+1} \dots, i=1 \dots 30$) (Fig. 1). Durante los 7 días de evaluación, se realizaron observaciones continuas desde la cubierta de puente del BIC Humboldt entre las 04:30 y las 22:30 horas, utilizando binoculares 10x50 y 7x50, con compás y gradilla de distancia, para aves y mamíferos respectivamente; así como contómetros y relojes. En el caso de las aves marinas, sólo se registraron las aves del lado derecho de la embarcación en un área comprendida dentro de un ángulo de 90° y hasta una distancia de 300 m medidos a partir de la proa del buque (GIBBONS et al. 1996). En el caso de los mamíferos marinos se realizaron observaciones desde ambas bandas cubriendo un ángulo de 180° , el rango de observación dependió de las condiciones de visibilidad y de lo conspicuo de la especie (SUTHERLAND 1996).

El esfuerzo de observación para aves y mamíferos marinos fue de 717 y 470 millas náuticas (mn) respectivamente de un total de 1078 mn recorridas. Las millas restantes del total para cada grupo corresponden a horas de penumbra, de mala visibilidad o de malas condiciones del mar, durante las cuales no se evaluó.

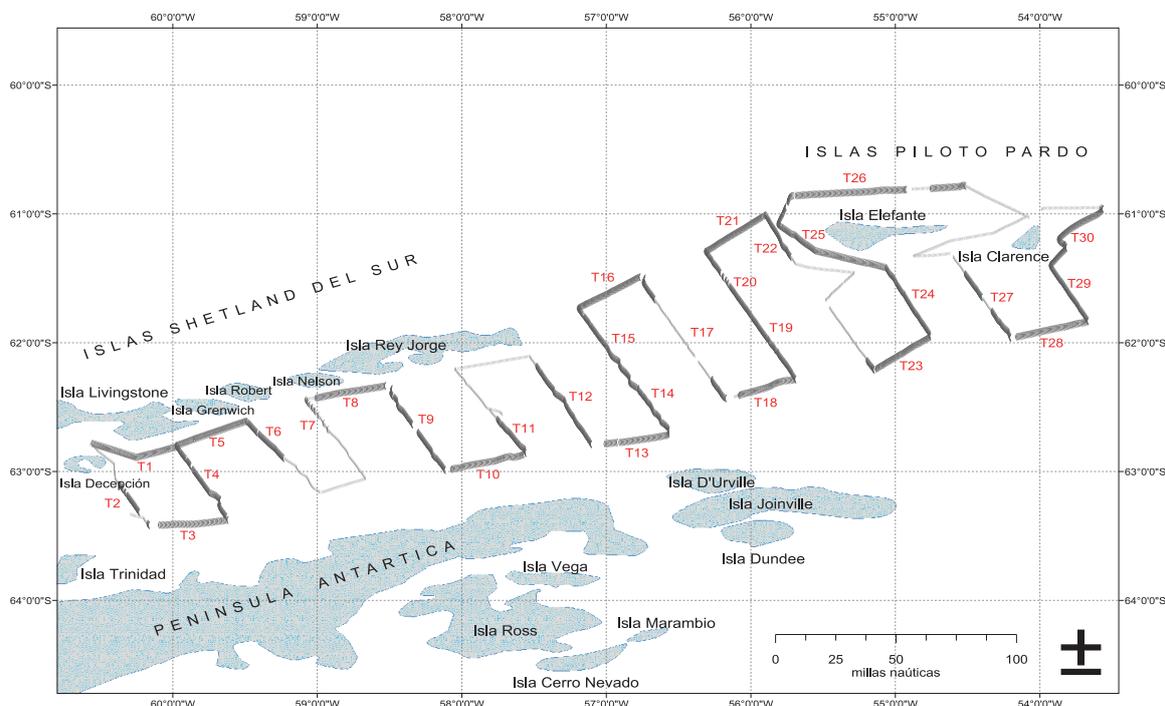


Figura 1.- Trayecto de evaluación del buque, área observación de aves y mamíferos (línea oscura) y distribución de las 30 unidades espaciales (transectos). ANTAR XVII, 17-23 enero 2007

Los registros de avistamiento para ambos grupos consideraron la identificación de la especie o el nivel taxonómico más próximo, el número de individuos y el comportamiento, este último consideró tres categorías: alimentación, desplazamiento y descanso. De manera simultánea a los avistamientos, fueron colectados datos de posición geográfica (latitud y longitud), profundidad del fondo marino y temperatura superficial del mar; además, de información sobre la abundancia y distribución del krill.

Análisis de datos

Los avistamientos se presentan en mapas de distribución, abundancia y presencia de especies y familias. Las unidades básicas de muestreo (UBM) fueron de 0,25 mn, las cuales se agruparon en número variable dentro de los 30 transectos (entre 54 y 166 UBM para los transectos). Las UBM dentro de cada transecto se relacionan por sus características espaciales (p. e. distancia a la costa, orientación de la costa) dentro del área de estudio (Fig. 1).

El programa utilizado en los análisis de datos fue el PAST versión 1.35 (HAMMER et al. 2001).

Amplitud de nicho.- Además de los mapas de distribución de familias y especies se calcularon los índices de amplitud de nicho para cada especie. Los cálculos de la amplitud de nicho se hicieron utilizando el índice de Shannon (H'), que considera abundancia y número de unidades espaciales (transectos) ocupadas por cada especie. El valor mínimo de este índice es 0 observado sólo en un sitio o transecto (nicho muy estrecho) y el máximo es 4,5 observado en todos los sitios en igual abundancia (nicho muy amplio).

Análisis jerárquico de agrupación.- Este permitió clasificar a las unidades espaciales (transectos) y a las especies; distinguiendo como difieren o se asemejan los transectos en función a la composición o distribución de especies, y como se agrupan las especies en función a su presencia en los transectos. Se presenta como dendrogramas de las unidades espaciales y las especies, utilizando el algoritmo del promedio de grupos pareados, técnica recomendada de uso general, y el índice de similitud cuantitativo de Morisita adecuado para datos de abundancia (KREBS 1989).

Índices de diversidad.- Se calculó el índice de diversidad más elemental, la riqueza (S) (MAGURRAN 1988) y además los índices de diversidad de especies de Shannon (H') y de equidad (e), los que se calcularon utilizando la composición y abundancia de las especies para cada unidad espacial. Estos permiten sugerir la importancia de cada unidad espacial a través de la diversidad de especies que está relacionada de manera directa con la oferta de hábitat.

3. RESULTADOS

Aves marinas

La avifauna registrada estuvo compuesta por 16 especies y 3 géneros, pertenecientes a 7 familias. Se observaron 4.422 individuos. Las especies registradas en orden taxonómico, abundancias y proporciones se muestran en la Tabla 1. Las especies con mayor número de avistamientos fueron: *Fulmarus glacialis* (23,73%), *Pygoscelis antarctica* (19,06%), *Oceanites oceanicus* (16,88%) y *Fregetta tropica* (12,78%).

En la figura 2 se muestra la distribución de las tres familias de aves más abundantes, Spheniscidae (44,96%), Procellariidae (38,07%) y Oceanitidae (13,90%). Las otras familias representaron menos de 2% del total.

La familia Spheniscidae fue la más abundante con 1.988 individuos y la tercera en mayor número de avistamientos (381). Esto sugiere una distribución agregada que puede ser explicada por la ubicación de los avistamientos cerca a costa en un rango de distribución estrecho; sin embargo, se observa su presencia en el extremo noreste de la península Antártica, la cual estuvo asociada a la presencia de hielos (iceberg).

La familia Procellariidae fue la segunda más abundante con 1.683 individuos, pero con mayor número de avistamientos (662). Presentó una distribución amplia tanto cercana a costa como alejada; siendo los avistamientos, en esta última, más frecuentes.

La familia Oceanitidae fue la tercera familia más abundante con 615 individuos, y la segunda en número de avistamientos (488). Esto sugiere una distribución dispersa y un rango amplio, ubicada tanto cerca de costa como en mar abierto y presente en todas las unidades espaciales. La presencia de las tres familias fue más frecuente en las zonas comprendidas alrededor de las islas Piloto Pardo (Fig. 2), específicamente entre las islas y la península antártica.

El cálculo del índice de amplitud de nicho para cada especie se muestra en la Tabla 2. De estos resultados se identificó a 11 especies con nicho estrecho: *Pygoscelis papua*, *Eudyptes chrysolophus*, *Diomedea melanophris*, *Pachyptila vittata*, *Pterodroma* spp., *Chionis alba*, *Larus dominicanus*, *Catharacta antarctica*, *C. maccormicki*, *Sterna vittata* y *S. paradisaea*. Estas especies presentaron un valor menor a 2,3 del índice de Shannon (H') y fueron observadas como máximo en 17 unidades espaciales, en las cuales presentaron valores de equidad (e) altos entre 0,56-0,94, es decir hubo número de individuos similares entre las unidades en las cuales fueron registrados.

Tabla 1.- Número de avistamientos e individuos de especies de aves registradas en el estrecho de Bransfield e islas Piloto Pardo. Enero 2007

Familias	Nombre científico	Nombre común	Número de avistamientos	Número individuos	Proporción (%)
SPHENISCIDAE	<i>Pygoscelis</i> spp.	Pingüino	44	384	8,68
	<i>Eudyptes chrysolophus</i>	Pingüino macaroni	1	1	0,02
	<i>Pygoscelis papua</i>	Pingüino papua	22	90	2,04
	<i>Pygoscelis antarctica</i>	Pingüino barbijo	314	1 513	34,22
DIOMEDEIDAE	<i>Diomedea melanophris</i>	Albatros ceja negra	41	68	1,54
	<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante	111	145	3,28
PROCELLARIIDAE	<i>Daption capense</i>	Paloma del cabo	156	733	16,58
	<i>Pachyptila vittata</i>	Petrel paloma	5	8	0,18
	<i>Pterodroma</i> spp	Pardela	2	3	0,07
CHIONIDAE	<i>Fulmarus glacialisoides</i>	Petrel plateado	388	794	17,96
	<i>Chionis alba</i>	Paloma antártica	1	1	0,02
OCEANITIDAE	Oceanitidae		3	3	0,07
	<i>Oceanites oceanicus</i>	Golondrina de mar	276	350	7,91
STERCORARIIDAE	<i>Fregetta tropica</i>	Golondrina de mar de vientre negro	209	262	5,92
	<i>Catharacta antarctica</i>	Skua antártica	35	36	0,81
LARIDAE	<i>Catharacta maccormicki</i>	Skua del polo sur	4	4	0,09
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	5	6	0,14
LARIDAE	<i>Sterna vittata</i>	Gaviotín antártico	17	20	0,45
	<i>Sterna paradisaea</i>	Gaviotín ártico	1	1	0,02

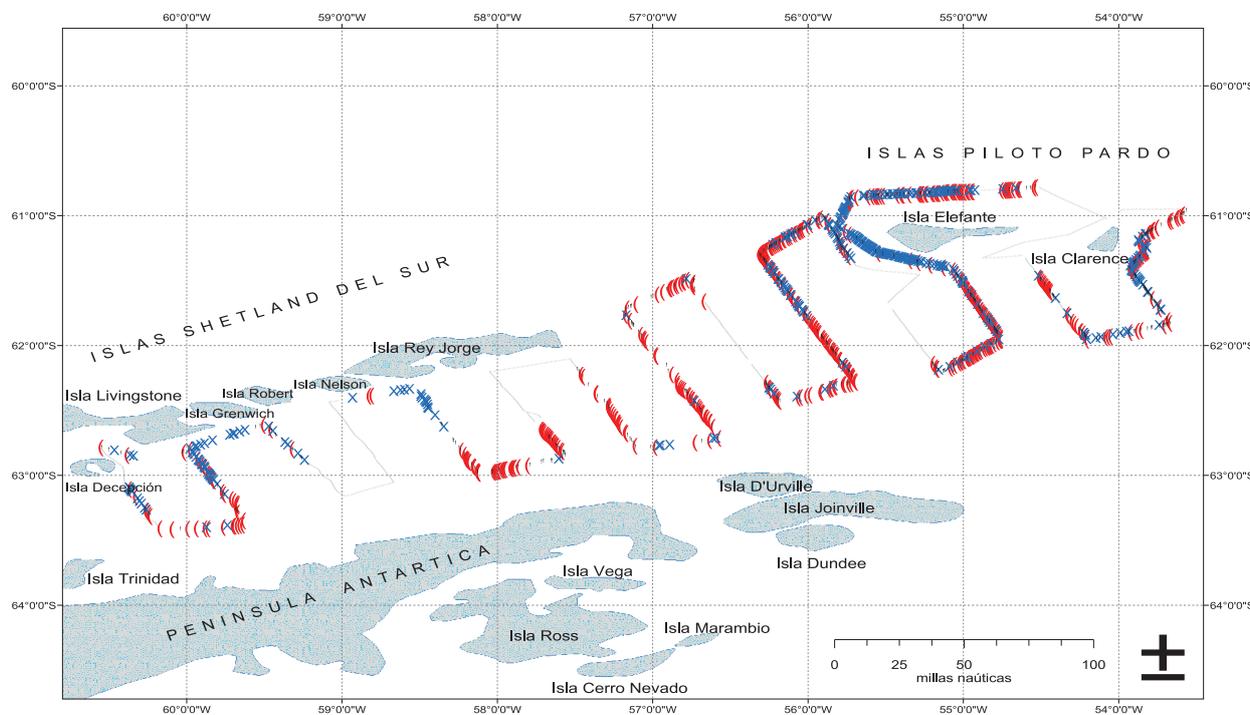


Figura 2.- Distribución de las tres familias de aves marinas más importantes en abundancia y avistamientos en el área de evaluación: Oceanitidae (xxx), Spheniscidae (xxx) y Procellariidae (xxx). ANTAR XVII, 17 -23 de enero 2007

Las especies clasificadas como especies de nicho amplio fueron: *Pygoscelis spp.*, *Pygoscelis antarctica*, *Macronectes giganteus*, *Daption capense*, *Fulmarus glacialoides*, *Oceanites oceanicus* y *Fregetta tropica*; por presentarse en más de 8 unidades y presentar valores del índice de Shannon (H') mayores a 2,3. Además, presentaron valores de equidad entre 0,29-0,8.

El análisis jerárquico de agrupación se realizó tanto para los transectos (unidades espaciales) como para las especies. En el caso de las unidades, se agruparon en dos zonas. Estas unidades se caracterizaron principalmente por su asociación a la costa (cercanía a las islas). Las unidades espaciales pueden clasificarse como: asociadas a costa o a islas (T5, T25, T1, T6, T22, T28, T29, T20, T2, T26 y T4) y no asociadas a costa (T9, T10, T19, T23, T24, T30, T11, T12, T14, T18 y T21) (Fig. 3).

Tabla 2.- Amplitud de nicho para especies registradas en las 30 unidades espaciales definidas. Índices utilizados para la interpretación: Shannon (H') y Equidad (e)

Especies	Número de unidades	Número de individuos	Shannon H'	Equidad e
<i>Pygoscelis spp.</i>	19	384	1,86	0,34
<i>Pygoscelis papua</i>	10	90	1,89	0,66
<i>Pygoscelis antarctica</i>	25	1513	1,98	0,29
<i>Eudyptes chrysolophus</i>	1	1	0	
<i>Diomedea melanophris</i>	17	68	2,25	0,56
<i>Macronectes giganteus</i>	26	145	2,89	0,69
<i>Chionis alba</i>	1	1	0	
<i>Daption capense</i>	24	733	2,36	0,44
<i>Pachyptila vittata</i>	3	8	0,74	0,70
<i>Pterodroma spp.</i>	2	3	0,64	0,94
<i>Fulmarus glacialoides</i>	24	794	2,69	0,61
<i>Oceanites spp.</i>	3	3	1,10	
<i>Oceanites oceanicus</i>	28	350	3,10	0,80
<i>Fregetta tropica</i>	22	262	2,67	0,66
<i>Catharacta antarctica</i>	14	36	2,34	0,74
<i>Catharacta maccormicki</i>	3	4	1,04	0,94
<i>Larus dominicanus</i>	4	6	1,24	0,87
<i>Sterna vittata</i>	10	20	2,18	0,89
<i>Sterna paradisaea</i>	1	1	0	

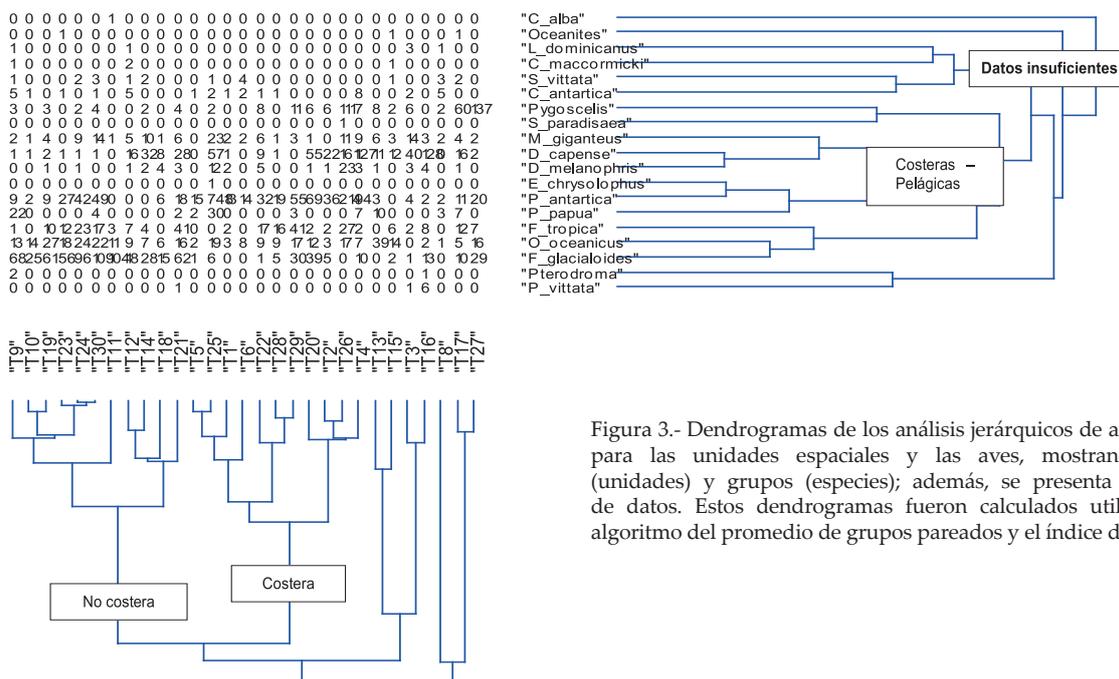


Figura 3.- Dendrogramas de los análisis jerárquicos de agrupación para las unidades espaciales y las aves, mostrando zonas (unidades) y grupos (especies); además, se presenta la matriz de datos. Estos dendrogramas fueron calculados utilizando el algoritmo del promedio de grupos pareados y el índice de Morisita

En la Tabla 3 se presentan los valores de riqueza o número de especies (S), diversidad (H') y equidad o dominancia (e) para cada unidad espacial evaluada. Estas unidades presentaron valores de riqueza (S) entre 8 y 13 especies por unidad, valores de diversidad (H') entre 1,57 y 1,96 y valores de equidad (e) entre 0,16 y 0,32. La combinación de estos valores permitió determinar la importancia de estos lugares.

Las unidades espaciales consideradas como más diversas presentaron valores de riqueza (S) entre 8 y 13 especies por unidad, valores de diversidad (H') entre 1,25 y 2,09 y valores de equidad (e) entre 0,27 y 0,81. Las unidades con mayor índice de diversidad fueron: T3, T8, T9, T12, T14, T15, T17, T18, T21, T22 y T29. De estas, utilizando el análisis jerárquico y la composición de especies, 2 se encuentran asociadas a la costa (Tabla 3).

El índice de diversidad de Shannon es afectado por la riqueza y equidad de las especies: el efecto de estas dos características sobre el comportamiento del índice

esta en relación al tipo de ambiente estudiado; en ambientes con una alta riqueza (p. e. áreas tropicales) el índice será afectado por la riqueza; en ambientes con baja riqueza el índice será afectado por la equidad o dominancia de las especies.

MAMÍFEROS MARINOS

Se registraron 5 especies que se presentan en la Tabla 4 donde también se incluye información básica sobre las agrupaciones registradas como el número de individuos, el tamaño promedio y los tamaños mínimos y máximos de manada.

La especie con mayor presencia en la zona evaluada fue la ballena jorobada *Megaptera novaeangliae* con el mayor número de individuos observados y el mayor número de avistamientos (Tablas 4, 5). La segunda especie importante fue la orca *Orcinus orca*, observada en cuatro oportunidades.

Tabla 3.- Índices de riqueza (S), diversidad y equidad calculados para cada unidad espacial, así como el número de UBM (0,25 millas náuticas) recorridas y el número de individuos registrados en cada unidad

Unidades espaciales	UBM	S	Número de Individuos	Shannon H'	Equidad e
T1	79	7	24	1,48	0,33
T2	55	7	75	1,38	0,33
T3	54	10	76	1,57	0,32
T4	154	10	274	1,43	0,34
T5	54	5	21	0,98	0,53
T6	71	5	30	1,34	0,32
T8	60	8	19	1,96	0,16
T9	145	13	129	1,59	0,32
T10	67	6	44	1,08	0,43
T11	66	5	120	0,52	0,76
T12	154	10	65	1,91	0,18
T13	54	7	78	1,50	0,30
T14	127	8	87	1,59	0,26
T15	125	9	42	1,75	0,22
T16	68	9	167	0,97	0,60
T17	82	11	129	1,78	0,26
T18	55	6	40	1,58	0,24
T19	138	8	117	1,41	0,34
T20	76	8	185	1,45	0,28
T21	105	10	181	1,78	0,21
T22	78	9	88	1,82	0,21
T23	97	7	116	1,34	0,32
T24	136	9	200	1,47	0,30
T25	166	11	901	0,75	0,70
T26	123	8	565	1,51	0,27
T27	102	7	213	1,17	0,45
T28	65	7	52	1,49	0,27
T29	109	7	160	1,60	0,24
T30	124	10	224	1,53	0,30

La distribución de ballena jorobada se encuentra asociada a zonas costeras y se tuvieron mayores observaciones en los transectos dentro del estrecho de Bransfield y entre los alrededores de las islas Piloto Pardo, en esta misma zona se obtuvieron también los registros de ballena azul, de aleta y orcas (Fig. 4).

El cálculo del índice de amplitud de nicho de los mamíferos marinos (Tabla 6) considerando las 15 unidades espaciales, sólo se justifica para las ballenas jorobadas ($S=2,32$) y las orcas ($S=1,8$). Las demás especies se presentaron sólo en 1 y 3 unidades. Los análisis de la amplitud de nicho requieren un tamaño de muestra mayor.

Tabla 4.- Número de individuos de especies de mamíferos marinos registrados en el estrecho de Bransfield e islas Piloto Pardo (Enero 2007)

Sub-orden	Familia	Nombre científico	Número de individuos	Tamaño promedio de grupo	Mínimo y máximo
Mysticeti	Balaenopteridae	<i>Megaptera novaeangliae</i>	60	3,5	1 – 6
		<i>Balenopteridae</i>	28	1,5	1-2
		<i>Balaenoptera physalus</i>	7	2	1-3
		<i>Balaenoptera musculus</i>	4	1	1-1
Odontoceti	Ziphiidae	<i>Hyperoodon planifrons</i>	3	3	3-3
	Delphinidae	<i>Orcinus orca</i>	16	5	4-6

Tabla 5.- Número y tasa de avistamientos de mamíferos marinos (avistamientos/hora observada) en el estrecho de Bransfield e islas Piloto Pardo (Enero 2007)

Especie	Número de avistamientos	Tasa de avistamiento (avist/hora obs.)
<i>Megaptera novaeangliae</i>	60	1,28
<i>Balenopteridae</i>	28	0,60
<i>Balaenoptera musculus</i>	3	0,06
<i>Balaenoptera physalus</i>	3	0,06
<i>Hyperoodon planifrons</i>	1	0,02
<i>Orcinus orca</i>	4	0,08

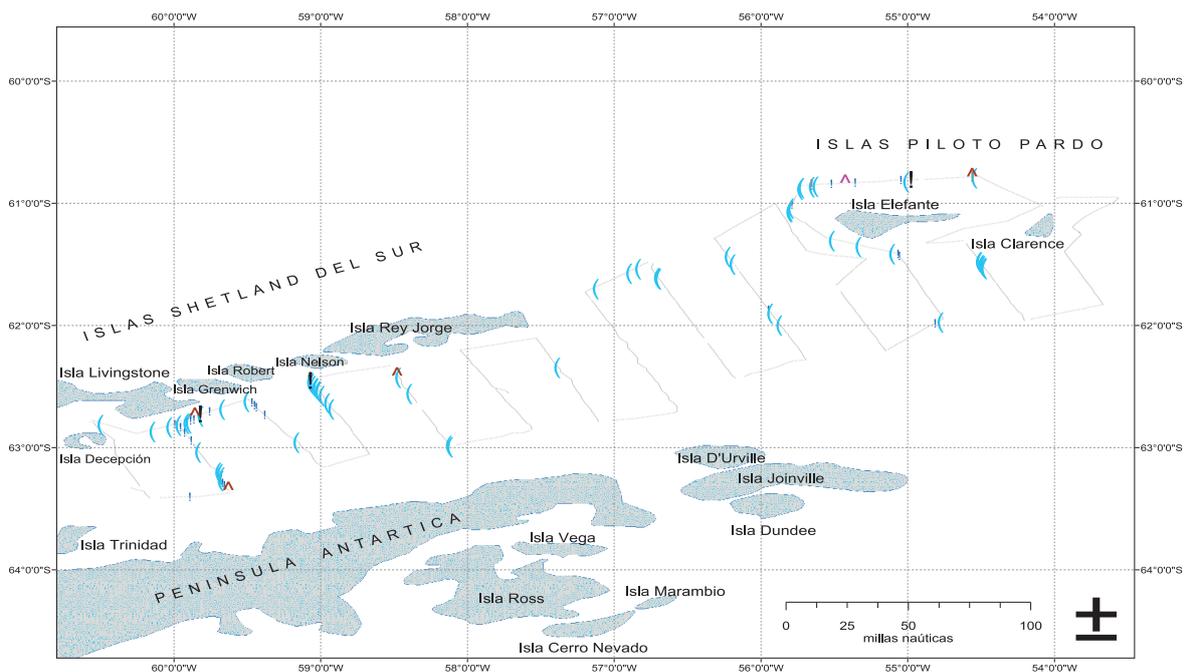


Figura 4.- Distribución de las especies de cetáceos en el área evaluada. Ballena jorobada (xxx), ballena de aleta (xxx), ballena azul (xxx), ballena no identificada (xxx), ballena nariz de botella (xxx) y Orca (xxx). ANTAR XVII, 17- 23 de enero 2007

Tabla 6.- Amplitud de nicho para las especies registradas en las 30 unidades espaciales. Índices utilizados para la interpretación: Shannon (H') y Equidad (e)

Especies	Número de unidades	Número de individuos	Shannon H'	Equidad e
<i>Balaenoptera musculus</i>	3	4	1,04	0,94
<i>Balaenoptera physalus</i>	1	7	0	
<i>Megaptera novaeangliae</i>	14	115	2,32	0,73
<i>Hyperodon planifrons</i>	1	3	0	
<i>Orcinus orca</i>	3	16	1,04	0,94
Balenopteridae	9	34	1,80	0,67

Tabla 7.- Índices de riqueza (S), diversidad y equidad calculados para cada unidad espacial, así como el número de UBM (0,25 mn) recorridas y el número de individuos registrados en cada unidad

Unidades espaciales	S	Número de individuos	Shannon H'	Equidad e
T1	1	5	0	
T3	1	2	0	
T4	3	22	1,10	0,33
T5	3	10	0,64	0,66
T6	2	15	0,39	0,77
T7	3	29	0,40	0,81
T9	2	8	0,69	0,50
T12	1	1	0	
T16	1	4	0	
T17	1	3	0	
T19	2	11	0,30	0,83
T23	2	3	0,64	0,56
T24	2	20	0,42	0,75
T26	6	31	1,64	0,22
T27	1	15	0	

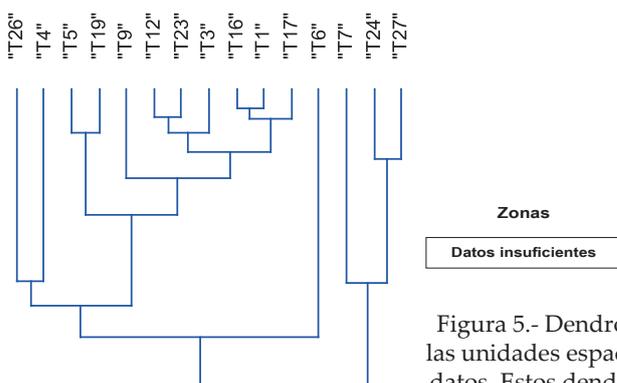
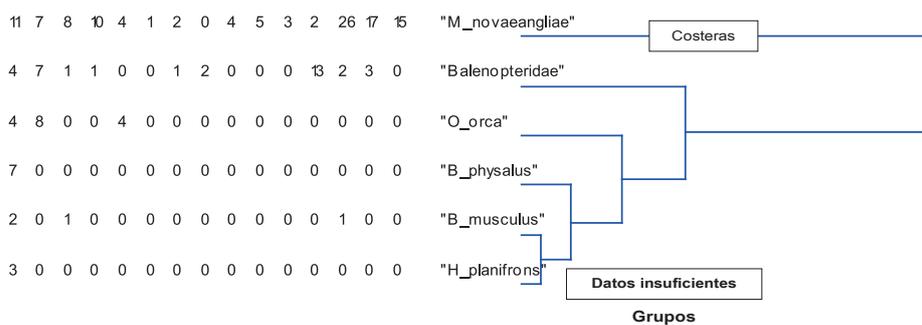


Figura 5.- Dendrogramas de los análisis jerárquicos de agrupación para las unidades espaciales y los mamíferos; además, se presenta la matriz de datos. Estos dendrogramas fueron calculados utilizando el algoritmo del promedio de grupos pareados y el índice de Morisita

El dendrograma de las especies muestra a la ballena jorobada independiente de las otras especies, fue observada principalmente en las unidades cercanas a la costa. Las otras especies presentaron datos insuficientes como para considerar sus agrupaciones razonables.

Los índices de diversidad de Shannon (H') fueron calculados para todas las unidades espaciales. Las unidades T4, T5, T7 y T26 presentaron más de 2 especies, lo cual permite obtener valores diferentes de cero para el índice, pero así son insuficientes para establecer una categoría de importancia sobre la base del índice de riqueza y de diversidad de Shannon (Tabla 7). En las unidades T26 y T4 se calcularon los índices de diversidad de Shannon (H') más altos (Tabla 6). Estas unidades corresponden a zonas cercanas a costa (Fig. 5).

Relación de la presencia de aves marinas con krill

La presencia y la abundancia del total de individuos y de cada familia por UBM fueron significativamente mayores en las unidades con krill que en las unidades sin krill (Fig. 6). La distribución de frecuencias del número de especies por UBM con krill, no presentó diferencias significativas entre las evaluaciones (X², p-valor = 0,715212). En cambio, esta distribución de frecuencias sin krill, sí presentó diferencias entre las evaluaciones (X², p-valor = 0,011688), esto posiblemente está relacionado al esfuerzo. La distribución de frecuencias con y sin krill por UBM

dentro de cada año, no presentaron diferencias (X², p-valor = 0,765005, p-valor = 0,475489), lo cual podría sugerir que la comunidad de aves se mantuvo a pesar de la ausencia de krill, pero también esto se relaciona con la riqueza máxima de aves en el estrecho Bransfield, 17 especies.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que la composición y distribución de especies está influenciada por la cercanía a la costa, esto es una consecuencia del comportamiento de las especies (restricciones fisiológicas, hábitat de alimentación, hábitat de reproducción e interacciones inter e intra-específicas), presentándose especies y familias que son más probables a ser observadas cerca o asociadas a costa, debido a restricciones de desplazamiento o disponibilidad de alimento (pingüinos, gaviotas y ballenas jorobadas), otras que pueden alejarse de costa, mayor capacidad de desplazamiento o prefieren determinadas presas (petreles, pardelas y ballenas picudas), y otras que son frecuentes tanto cerca de costa como alejadas de costa (petreles y golondrinas).

Las condiciones logísticas y ambientales permitieron una prospección con mayor detalle dentro del área de estudio. En términos generales, el número de individuos registrados para aves y mamíferos fue mayor al observado en el ANTAR XVI y la composición de especies para ambos casos cambió.

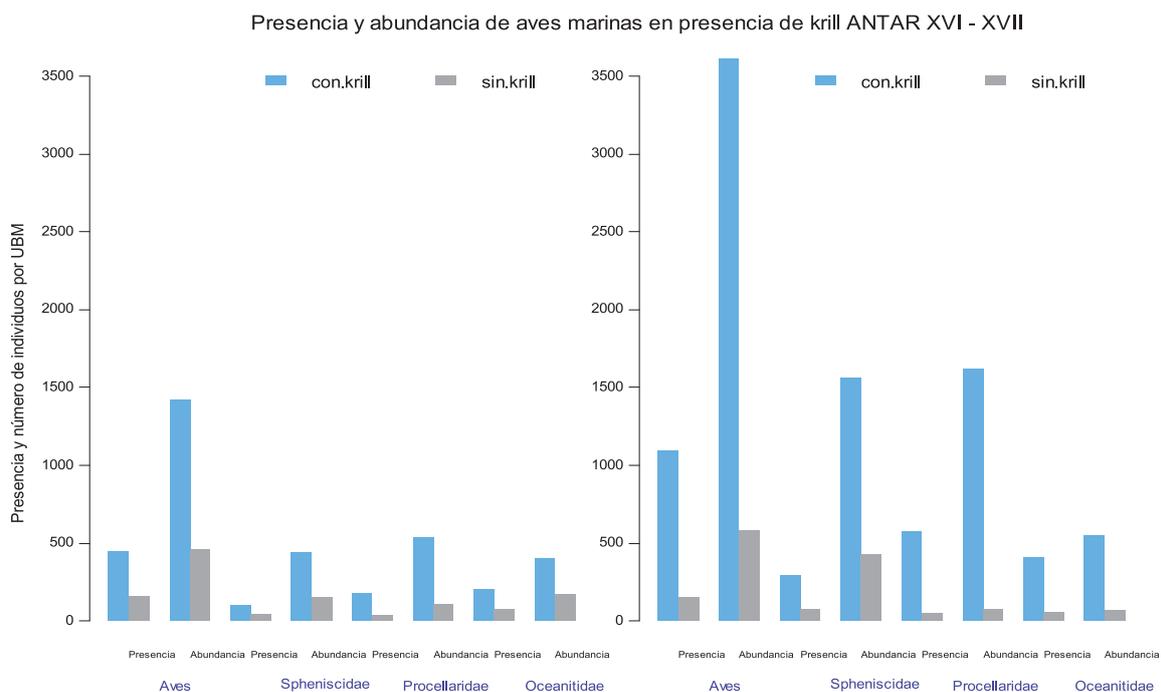


Figura 6.- Presencia (número de UBM) y abundancia (número de individuos por UBM) de aves marinas con y sin presencia de krill en las evaluaciones ANTAR XVI y XVII

Las nuevas especies de aves marinas registradas el 2007 fueron: *Catharacta maccormicki* y *Eudyptes chrysolophus*, registradas con 4 y 1 avistamientos respectivamente. No se registró la presencia del pingüino de Adelia (*Pygoscelis adeliae*) ni del petrel de barbilla blanca (*Procellaria aequinoctialis*). La especie con mayor número de avistamientos fue el *Fulmarus glacialis* representando el 23,73% del total de avistamientos, en el 2006 la especie con mayor número de avistamientos fue la golondrina de mar. Se registró una mayor frecuencia de individuos de albatros ceja negra (*Diomedea melanophris*).

Las nuevas especies de mamíferos marinos registrados fueron: ballena de aleta *Balaenoptera physallus* y ballena azul *Balaenoptera musculus*. No se registró presencia de *Leptonychotes weddelli*, *Balaenoptera bonaerensis*, *Berardius arnouxii*. Sin embargo, esto puede estar relacionado a dificultades en la identificación a nivel de especies debido a las malas condiciones del mar en algunas zonas, por lo que 28 avistamientos sólo se pudieron identificar hasta el nivel de familia Balaenopteridae.

En el análisis de los índices de amplitud de nicho de este año, se clasificó 7 especies de aves marinas en nicho amplio y 11 en nicho estrecho, esto podría sugerir que el área evaluada o sus cercanías presentan algún tipo de heterogeneidad ambiental en la oferta de hábitat (gradientes) que podrían ser de alimentación (dependiendo de las preferencias o limitaciones de las especies) o de reproducción.

En el caso del pingüino de barbijo (*Pygoscelis antarctica*), especie clasificada como de nicho amplio, los mayores avistamientos fueron concentrados a costa. Esto se explica debido a que se encontraría en época reproductiva durante la evaluación (colonias reproductivas en las islas Shetland del Sur y Piloto Pardo) (TRIVELPIECE et al. 1987, WOEHLE 1993). En el caso de las golondrinas y las pardelas su distribución fue más amplia encontrándose tanto cerca de costa como alejada de ésta; lo cual se puede explicar por sus hábitos alimenticios pelágicos (OBST 1985).

El análisis jerárquico de agrupación en el caso de las aves, permitió clasificar a las unidades espaciales en dos zonas principalmente caracterizadas por su asociación con la costa. Por otro lado, las agrupaciones entre especies, usando el mismo análisis, no mostraron agrupaciones, es decir no fue posible definir grupos de aves por su distribución dentro de los transectos.

Los índices de diversidad para aves calculados en zonas cercanas a costa, las islas Rey Jorge (T8) y Elefante (T22), estuvieron dentro de los más altos.

Estas zonas también tuvieron una alta diversidad en el 2006. Otras unidades importantes fueron aquellas ubicadas dentro del estrecho entre las islas Rey Jorge y Elefante. En el 2006 en esta zona no se tuvo suficiente información de la composición de especies ya que solo se prospectó en dos unidades espaciales.

En el caso de los mamíferos, las zonas donde se calculó el mayor índice de diversidad fueron aquellas cercanas a costa, como el caso de T26, paralela a las islas Piloto Pardo, que continua siendo importante por la presencia de mamíferos marinos; en la evaluación realizada en el 2006 fue una de las zonas donde se registró el mayor número de avistamientos.

Los resultados del presente análisis concuerdan con los hallazgos de las investigaciones que muestran el amplio rango de distribución y abundancia de las ballenas jorobadas en el área; AGUAYO et al. (1998) reportaron su importante presencia en el área de la península Antártica en el verano. Esta predominancia en relación a otros cetáceos en el estrecho de Bransfield había sido reportada también en expediciones anteriores (BUCCICARDI y TAKAHASHI 2004; ONTÓN et al. 1999; Sánchez y Paz Soldán informe no publicado).

Finalmente, la presencia de aves en zonas sin krill y la distribución de frecuencia del número de especies no fueron distintas con y sin presencia de krill, se debería a que la distribución de aves marinas no sólo está en función de la distribución de las presas, sino también estaría en función a la distribución del hábitat de las presas.

5. REFERENCIAS

- AGUAYO A, TORRES D, ACEVEDO J. 1998. Los mamíferos marinos de Chile: I. Cetácea. Serie Científica INACH 48:19-159.
- 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, Segunda Edición. 547 pág.
- BUCCICARDI U, TAKAHASHI D. 2004. Mamíferos antárticos en el Estrecho de Bransfield y alrededores de Isla Elefante. Verano austral 2003. Informe Instituto del Mar del Perú 32(4): 373-379.
- FURNESS R W, MONAGHAN P. 1987. Seabird Ecology. Blackie. London. 164 pag.
- GIBBONS D W, HILL D, SUTHERLAND W J. 1996. En: Ecological Census Techniques: A Handbook. Editado por: Sutherland, W. J. Cambridge University Press.
- HAMMER Ø, HARPER D A T, RYAN P D. 2001. PAST. Palaeontological Statistic software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1):9 pag.

- HASTIE G, WILSON B, WILSON L, PARSONS K, THOMPSON P. 2004. Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. *Marine Biology* 144: 397-403.
- KREBS C J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, New York.
- MAGURRAN A E. 1988. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral. Barcelona.
- OBST B S. 1985. Densities of Antarctic seabirds at sea and the presence of the krill *Euphausia superba*. *The Auk* 102: 540-549.
- ONTÓN K, VEGA D, ARIAS-SCHREIBER M. 1999. Distribución e índices de avistamientos de mamíferos marinos y su relación con la abundancia del krill *Euphausia superba*. Perú ANTAR IX. Informe Instituto del Mar del Perú (145): 63-68.
- REID T A, HULL C L, EADES D W, SCOFIELD R P, WOehler E J. 1999. Shipboard observations of penguins at sea in the Australian Sector of the Southern Ocean, 1991-1995. *Marine Ornithology* 27: 101-110.
- SUTHERLAND W J. 1996. En: *Ecological Census Techniques: A Handbook*. Editado por: Sutherland, W. J. Cambridge University Press.
- TRITES A. 1997. The role of pinnipeds in the ecosystem. En: *Pinniped populations, Eastern North Pacific: status and issues*. Editado por: G. Stone, J. Goebel y S. Webster.
- TRIVELPIECE W Z, TRIVELPIECE S G, VOLKMAN N J. 1987. Ecological segregation of Adelie, gentoo and chinstrap penguins at King George Island, Antarctica. *Ecology*. 68(2):351-361.
- WOehler E J. 1993. *The Distribution and Abundance of Antarctic and Sub Antarctic Penguins*. Scientific Committee on Antarctic Research, Cambridge, England.