

Zooplankton en la ruta alimentaria de *Arctocephalus gazella*

ARMANDO MUJICA R¹ y ROBERTO ORTEGA C.¹

RESUMEN

Se determinó la composición, distribución y abundancia relativa del zooplankton durante las migraciones tróficas de hembras de lobo fino antártico, *Arctocephalus gazella*, en torno a las islas Farellones Foca (Archipiélago Piloto Pardo), importante lugar de crianza de este mamífero, durante febrero de 1991.

Los muestreos zooplanctónicos se realizaron con red Bongo de 330 µm entre 0 y 260 m, durante el seguimiento de seis lobos.

Se identificaron nueve taxa zooplanctónicos, destacando Thaliacea, Copepoda y Euphausiacea, tanto por su dominancia numérica, como por su constancia en las muestras. Euphausiacea estuvo representada por tres especies: *Euphausia superba*, *E. frigida* y *Thysanoessa macrura*. La primera de ellas fue la más abundante (83,5% del total de euphausiidos), constituida mayoritariamente por larvas calyptopis II y adultos. Estadios larvales de *E. frigida* y *T. macrura* presentaron abundancias relativas muy inferiores.

El hecho que en la mayoría de los puntos en que se alimentó *A. gazella*, se encontraron ejemplares adultos de *E. superba*, sugiere la posibilidad que los lobos finos se hayan alimentado de este euphausiido. La presencia de ejemplares adultos de *E. frigida* y *T. macrura* en algunas estaciones, sugiere también la posibilidad que los lobos finos se alimenten de estos euphausiidos, cuando *E. superba* se encuentra en bajo número o ausente.

Palabras clave: Zooplankton, composición, distribución, abundancia, *A. gazella*.

Zooplankton in the feeding grounds of *Arctocephalus gazella*

ARMANDO MUJICA R.¹ and ROBERTO ORTEGA C.¹

ABSTRACT

The composition, distribution and relative abundance of zooplankton during feeding trips of female Antarctic fur seals *Arctocephalus gazella*, at Seal Island (Archipelago Piloto Pardo), were studied, during February, 1991. Six female fur seals were tracked during their feeding trips to the sea. Where feeding occurred, zooplankton was obtained with Bongo net (330 µm mesh) between 260 m and the surface.

Nine taxa were identified. The main taxa were Thaliacea, Copepoda and Euphausiacea, for their dominance and constancy in the samples. The following species of Euphausiacea were found: *Euphausia superba*, *E. frigida* and *Thysanoessa macrura*. The most abundant was *E. superba* (83,5% total of euphausiids), represented mainly by calyptopis II larvae and adults. Mainly larval stages of *E. frigida* and *T. macrura* were found in small quantities.

Adult *E. superba* were found in most of the stations, suggesting a preference of fur seals for feeding on this Euphausiid. The presence of adults of *E. frigida* and *T. macrura* at some stations, suggests the possibility that fur seals feed upon these Euphausiids when *E. superba* either is very scarce or absent.

¹ Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar, Casilla 117, Coquimbo - Chile.
amujica@nevados.cecun.ucn.cl

Key words: Zooplankton, composition, distribution, abundance, *A. gazella*.

INTRODUCCIÓN

La diversidad de especies zooplanctónicas en la Antártica es menor que en comunidades de aguas más cálidas (Raymont, 1983), principalmente por la elevada abundancia de algunas especies (Witek *et al.*, 1985; Boysen-Ennen y Piatkowski, 1988; Kittel *et al.*, 1988). Los trabajos realizados, indican a Copepoda y Euphausiacea como los taxa dominantes del zooplankton antártico (Mujica y Torres, 1982; Chojnacki y Weglenska, 1984; Mujica y Asencio 1986; Boysen-Ennen y Piatkowski, 1988; Lancraft *et al.*, 1989; Park y Wormuth, 1993) y aunque en general el zooplankton se distribuye en densas, dinámicas y efímeras agregaciones; a mesoescala en la zona epipelágica de península Antártica, se ha observado una relativa homogeneidad espacial del zooplankton.

Por otra parte, la hegemonía de copépodos y eufáusidos en el ecosistema pelágico antártico durante el verano austral, puede ser afectado por la presencia masiva de especies de salpas, particularmente de *Salpa thompsoni*, lo que ha provocando disminución y variaciones interanuales e intraestacional de la abundancia de estos grupos así como otros fitófagos, situación que ha sido descrita para el estrecho Bransfield (Mujica y Torres, 1982; Mujica y Asencio, 1985) y mar de Weddell (Boysen-Ennen y Piatkowski, 1988; Lancraft *et al.*, 1989) entre otros. Entre estos se encuentra *Euphausia superba* (krill), que en el ecosistema pelágico antártico, se señala como el principal transferente de energía entre los productores primarios y los consumidores secundarios, por ser el principal ítem alimentario en la dieta de muchos peces, calamares, aves marinas y mamíferos marinos antárticos (Torres, 1982; Schlatter, 1987).

Arctocephalus gazella (lobo fino), es uno de los vertebrados antárticos que se alimenta principalmente de krill (Sielfeld, 1983; Schlatter, 1987; Torres *et al.*, 1988; Green *et al.*, 1989; Daneri y Coria, 1992; Reid, 1995), especie que fue drásticamente mermada por la caza indiscriminada. Hoy, además de exhibir un importante incremento de su población, ha experimentado expansión de su distribución espacial (Torres *et al.*, 1984).

Lo anterior ha permitido considerar a *A. gazella* una especie clave dentro del ecosistema pelágico antártico, puesto que los cambios del ecosistema, han tenido efecto en la conducta, distribución y abundancia de sus poblaciones (Torres *et al.*, 1988; Bengtson *et al.*, 1991), efectos que son más evidentes cuando los cambios afectan a los organismos presa de *A. gazella*, como es el krill.

En el sector de la isla Farellones Foca, con motivo de crianza y apareamiento, anualmente se establece una de las poblaciones más grandes de *A. gazella* de la Península Antártica, lugar desde donde las hembras realizan los viajes tróficos (Bengtson, *et al.*, 1991).

El presente trabajo, mediante el estudio del zooplankton presente en la ruta descrita por los viajes tróficos de las hembras de *A. gazella*, pretende entregar antecedentes que permitan relacionar la oferta alimentaria del medio y el lugar de alimentación de *A. gazella*. Este estudio se inserta dentro de un Proyecto que realizó la "National Oceanic and Atmospheric Administration" (NOAA), en colaboración con el Instituto Antártico Chileno, y que tuvo como objetivo describir la relación funcional entre el krill, su ambiente, y sus predadores (Rosenberg y Hewitt, 1991).

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se circunscribió a las aguas que rodean las loberas ubicadas en isla Farellones Foca, al norte de isla Elefante, Antártica (60°59,5'S, 55°24,5'W) (Fig. 1). El muestreo se efectuó entre el

13 y 22 de febrero de 1991, a bordo del B/I "Capitán Luis Alcázar"

En él se tomaron muestras en 18 estaciones (Fig. 1), efectuadas durante el seguimiento de seis hembras de lobos finos recientemente paridas, durante las excursiones que realizaron desde la lobera hasta el lugar de alimentación.

Para el seguimiento, se utilizaron transmisores de radio y detectores de profundidad adheridos al cuerpo de los animales. Durante el seguimiento de cada hembra, el buque se detuvo en aquellos puntos donde el ejemplar realizó seis o más inmersiones sucesivas, comportamiento que marca el

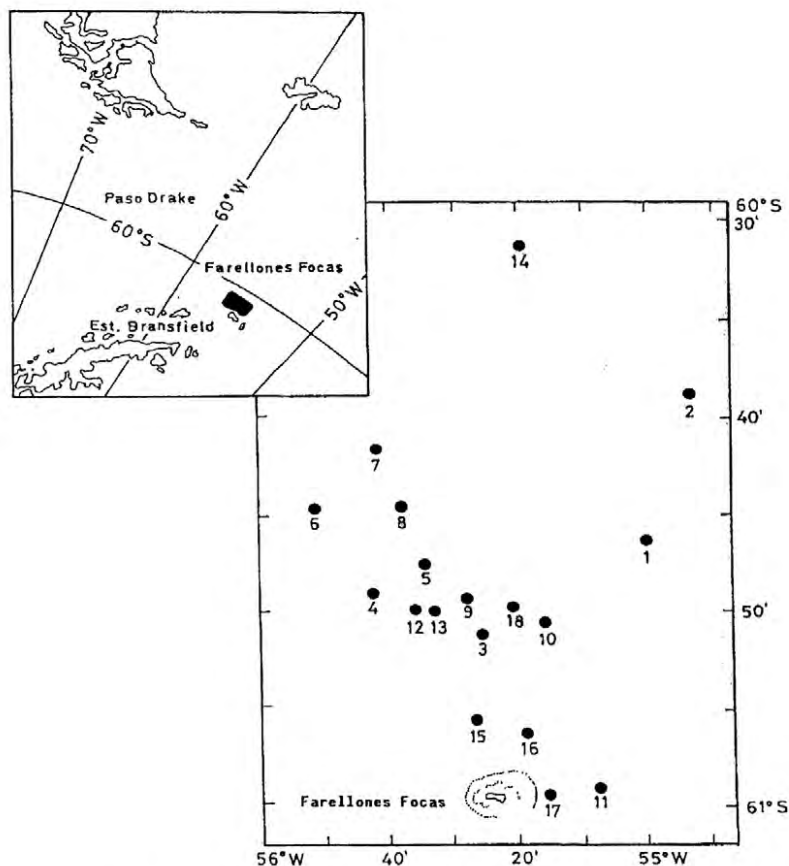


Fig. 1. Area de estudio y ubicación de estaciones oceanográficas

comienzo de la alimentación en la especie (Boyd y Croxall, 1992). El número de estaciones varió de acuerdo al comportamiento de cada animal seguido. En cada estación, se obtuvieron muestras de zooplancton entre 0 y 260 metros de profundidad. Para ello se utilizó una red Bongo de 330 m μ de abertura de malla y 60 cm de diámetro, la que fue remolcada oblicuamente a velocidad de 1 m/seg. Las muestras fueron fijadas en solución de formalina con agua de mar al 5% y neutralizada con tetraborato de sodio.

Los grupos taxonómicos encontrados en las muestras, fueron separados e identificados hasta el nivel de Clase u Orden. Dada la importancia como ítem alimentario del lobo fino, los eufáusidos se identificaron a nivel específico y por estado de desarrollo. También se identificó a nivel específico el ictioplancton, por constituir los peces adultos, parte de la dieta de *A. gazella*.

Zooplankton en la ruta alimentaria de *Arctocephalus gazella*

La abundancia relativa de cada uno de los taxa identificados, se estandarizó como número de zooplancteres presentes en 1.000 m³ de agua filtrada.

Basado en los valores de abundancia relativa obtenidos en el análisis, y con el objeto de tener una visión general de la composición faunística del zooplankton, se determinaron parámetros comunitarios de constancia (relación porcentual entre el número de muestras en que se encontró cada grupo y el total de muestras) y dominancia numérica (relación porcentual entre el número de zooplancteres de cada grupo, con respecto al total de especímenes recolectados).

RESULTADOS

Composición y abundancia relativa del zooplankton

De los nueve taxa encontrados en el área estudiada, Thaliacea fue el más abundante (43,8% de dominancia numérica; Cuadro 1), y aunque se encontró en la mayoría de las estaciones (72,2% constancia), presentó valores extremos muy dispar en ellas (8 y 28.163 ejemplares/1.000m³ en Est. 1 y 17. respectivamente). Se identificaron 2 especies de Thaliacea: *Salpa thompsoni* e *Ihlea magalhanica*. Esta última solamente en la estación 17 y en baja abundancia relativa. Euphausiacea y Copepoda fueron dos taxa de importante abundancia relativa. Ambos presentes en todas las estaciones (100% de constancia) y de dominancia numérica de 29,6 y 21,2%, respectivamente.

Amphipoda también estuvo presente en el 100% de las estaciones, pero su abundancia relativa fue baja en comparación a las taxa anteriores, con un promedio de 188 ejemplares/1.000m³, por lo que su dominancia en la muestra fue accidental (1,6%; Cuadro 1).

De los 5 grupos restantes, Chaetognata se encontró en 9 estaciones, principalmente en la parte media del área de muestreo, con valores extremos de 27 (Est. 8) y 1.766 ejemplares/1000m³ (Est. 1). Fue accesoria en su constancia (50,0%) y accidental su dominancia numérica (1,9%; Cuadro 1).

Ostracoda y Siphonophora se encontraron en 2 y 3 estaciones respectivamente, ubicadas muy próximas entre ellas (Fig. 1). Dado el bajo número de ejemplares presentes en pocas muestras, la constancia de ambas taxa fue accidental, al igual que su dominancia numérica (Cuadro 1).

CUADRO 1

Abundancia relativa, dominancia y constancia numérica de grupos zooplanctónicos en la ruta alimentaria de *A. gazella*

Taxa	Abundancia Relativa	Dominancia %	Constancia %
Siphonophora	80	< 0,1	16,7
Chaetognata	3.949	1,9	50,0
Ostracoda	226	0,1	11,1
Copepoda	44.960	21,2	100,0
Amphipoda	3.392	1,6	100,0
Euphausiacea	63.314	29,6	100,0
Huevos Crustáceos	3.472	1,6	27,8
Thaliacea	92.957	43,8	72,2
Ictioplancton	96	< 0,1	27,8

Larvas de peces se encontraron en muy baja cantidad (Cuadro 1). *E. antarctica*, presente en las Est. 2 y 6, con 20 y 18 ejemplares/1.000m³, respectivamente. *Notothenia* sp. presente en las estaciones 12 y 18, con 9 y 40 ejemplares/1.000m³ respectivamente. *N. kempi* solo fue encontrada en la estación 11 (9 ejemplares/1.000m³), la más cercana al lugar de crianza de los lobos.

El orden Euphausiacea estuvo compuesto por 3 especies, correspondientes a 2 géneros: *Euphausia superba*, *E. frigida* y *Thysanoessa macrura* (Fig. 2). *E. superba* fue la especie más abundante (52.876 ejemplares/1.000m³; Cuadro 2), representando el 83,4% del total de eupáusidos recolectados. Se encontró presente en 16 estaciones, con amplia distribución (88,9% de constancia; Cuadro 2). Constituida mayoritariamente por larvas calyptopis II y juveniles-adultos, categorías que representaron más del 35% de dominancia numérica cada una, con abundancias relativas que superaron los 22.000 ejemplares/1.000m³ (Fig. 3). Ambos estados de desarrollo tuvieron una presencia considerada constante en el área muestreada (Fig. 3). Los restantes estados de desarrollo de *E. superba* fueron metanauplio, calyptopis I y III. Cada uno con baja abundancia relativa, especialmente en el caso de metanauplios, cuya dominancia fue accidental, mientras la constancia de estos tres estados fue accesoria. No se encontraron larvas furcilia de esta especie.

CUADRO 2
Abundancia relativa, dominancia y constancia numérica de Euphausiacea

Especie	Abundancia relativa	Dominancia %	Constancia %
<i>E. superba</i>	52.876	83,4	88,9
<i>E. frigida</i>	5.702	9,0	61,1
<i>T. macrura</i>	4.736	7,5	88,9

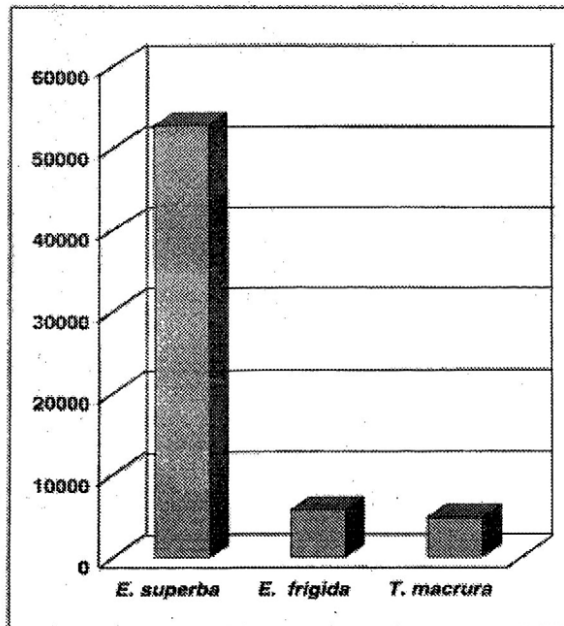


Fig. 2 Abundancia relativa de cada especie de Euphausiacea encontrada en el área de alimentación de *A. gazella*.

Zooplankton en la ruta alimentaria de *Arctocephalus gazella*

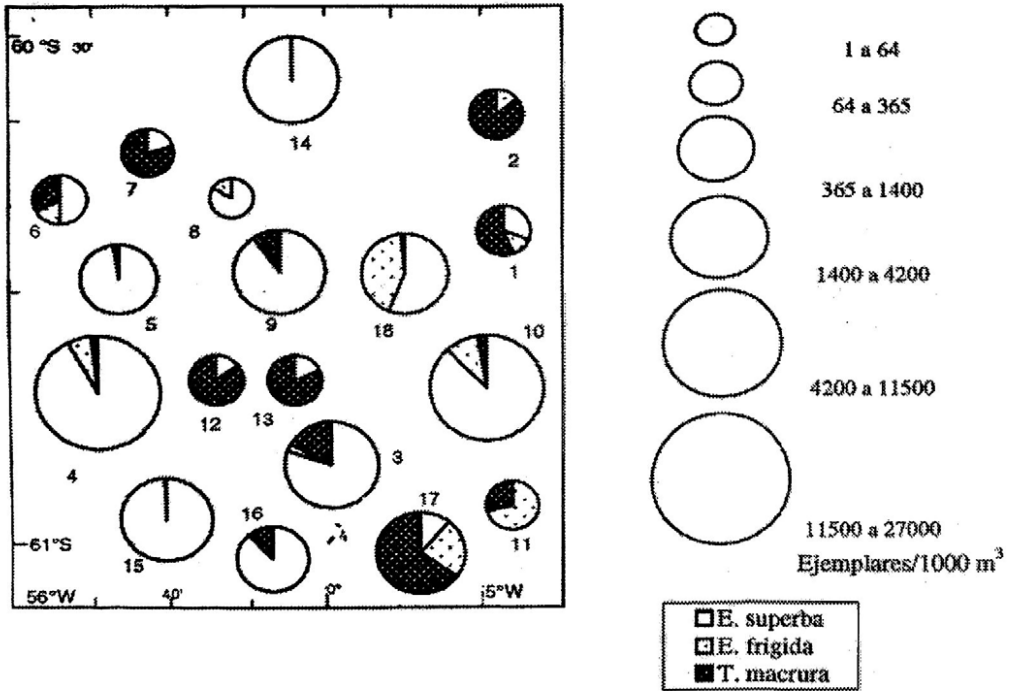


Fig. 3 Abundancia relativa y distribución de las especies de Euphausiacea encontradas en el área de alimentación de *A. gazella*.

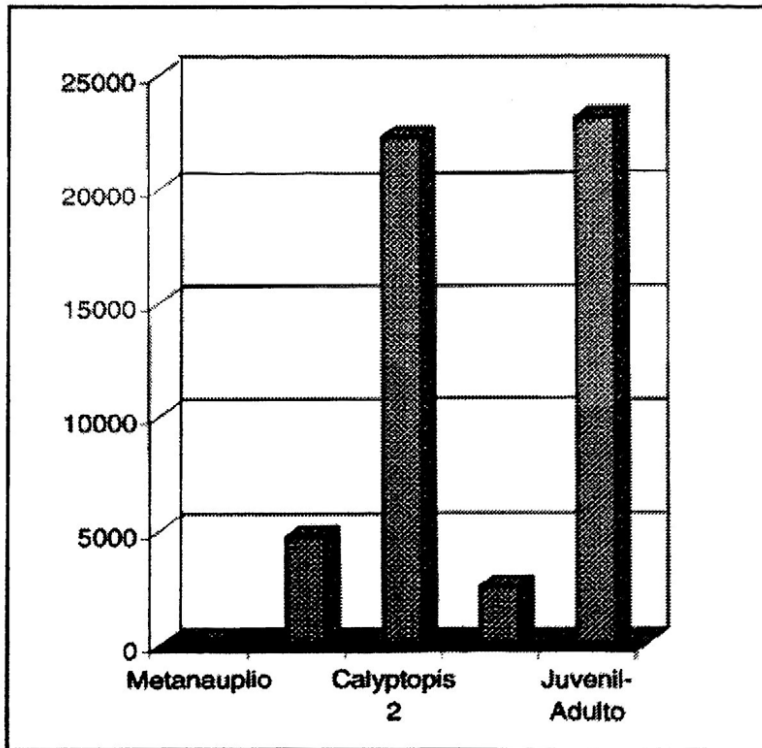


Fig.4 Abundancia relativa de cada estado de desarrollo de *E. superba* en el área de alimentación de *A. gazella*.

Zooplankton en la ruta alimentaria de *Arctocephalus gazella*

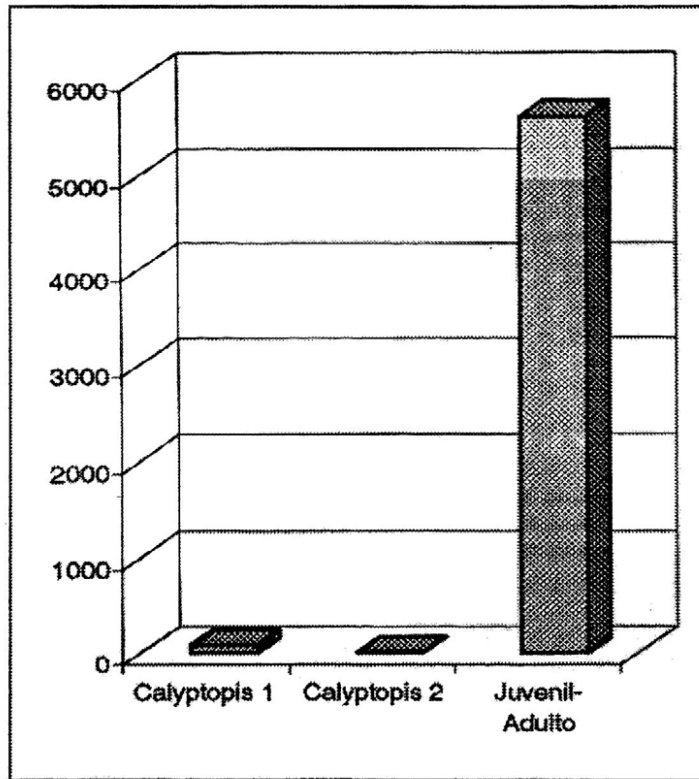


Fig.6. Abundancia relativa de cada estado de desarrollo de *E. frigida* en el área de alimentación de *A. gazella*.

Zooplankton en la ruta seguida por ejemplares de *Arctocephalus gazella*

1^{er} Lobo:

Se efectuaron 2 estaciones oceanográficas durante el seguimiento de este ejemplar (Fig. 6), ambas durante horas de luz. En la primera de ellas se encontraron presentes 6 taxa zooplanctónicas, siendo Chaetognata y Copepoda los grupos dominantes (Fig. 6). Los eufáusidos presentes en esta estación, correspondieron a las tres especies identificadas. *E. superba* estuvo constituida mayoritariamente por metanauplios. De *E. frigida* solo se encontraron larvas calyptopis. En el caso de *T. macrura*, los estados de desarrollo más abundantes fueron calyptopis II y juvenil-adulto.

En la estación 2, el total de individuos fue mayor que en la estación anterior (Fig. 6). El taxón dominante fue Copepoda, mientras que las restantes taxa presentaron abundancias relativas mucho menores. Los eufáusidos presentes en el área (Fig. 2), correspondieron a *E. frigida* y *T. macrura*.

2^o Lobo:

El segundo ejemplar comenzó a ser rastreado al anochecer del 17 de febrero, efectuándose 6 estaciones oceanográficas (Fig. 7). Las tres primeras estaciones (3, 4 y 5) se realizaron durante la noche. Los componentes zooplanctónicos a nivel de taxa fueron similares entre dichas estaciones, pero la abundancia relativa total de cada uno de ellos difirió notablemente (Fig. 7). En las estaciones 3 y 4, Thaliacea, Copepoda y Euphausiacea presentaron las mayores abundancias relativas, destacando el elevado número de ejemplares de salpas y eufáusidos en la estación 4, que en conjunto

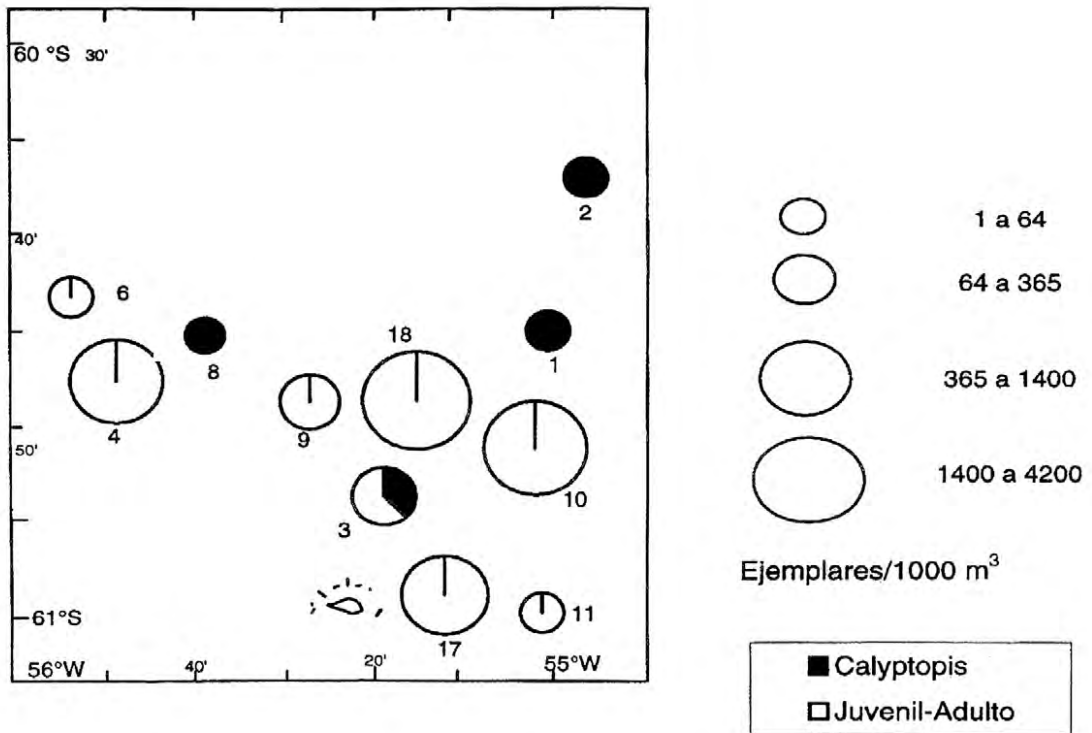


Fig.7. Abundancia relativa y distribución de los estados de desarrollo de *E. frigida*.

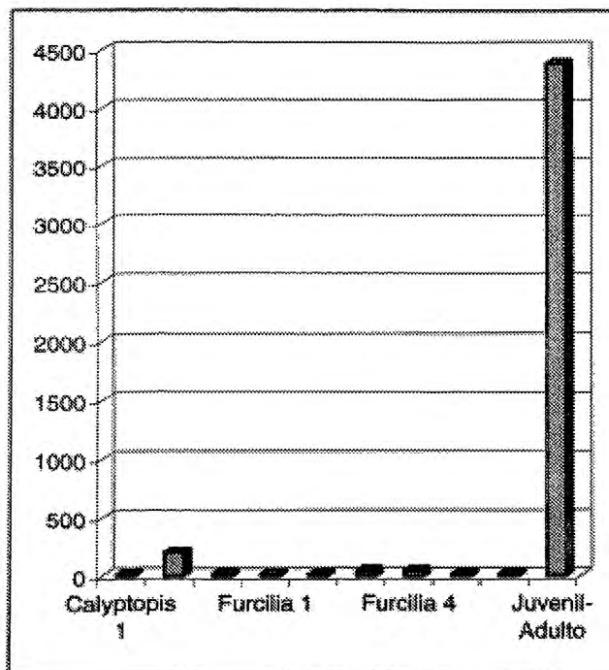


Fig.8. Abundancia relativa de cada estado de desarrollo de *T. macrura* en el área de alimentación de *A.gazella*.

superaron el 90% de los zooplancteres capturados; mientras que en la estación 5, Copepoda fue el taxón dominante (Fig. 7). En cuanto a Euphausiacea, *E. superba* fue la especie dominante, destacando la elevada abundancia relativa de larvas calytopis II encontradas en la estación 4 (Fig. 2). *E. frigida* y *T. macrura*, se encontraron en menor número y correspondieron mayoritariamente a juveniles y adultos (Fig. 5).

Las estaciones 6, 7 y 8 fueron realizadas durante horas de luz del 18 de febrero (Fig. 8). La abundancia total del zooplankton presente en dichas estaciones fue menor que en los lances anteriores. Copepoda presentó la mayor abundancia relativa en las tres oportunidades (Fig. 8). Los restantes grupos presentes en estas estaciones fueron poco abundantes, a excepción de Amphipoda y Euphausiacea en las estaciones 7 y 8 que presentaron valores próximos al 15% de la captura. Euphausiacea estuvo compuesta por las tres especies identificadas en este estudio, aunque la abundancia relativa y composición por estado de desarrollo de cada especie varió entre las estaciones (Fig. 2).

3^{er} Lobo:

Durante el seguimiento de este lobo, se realizaron 3 estaciones oceanográficas (Fig. 8). Las dos primeras correspondieron a lances nocturnos próximas entre sí, mientras que la última fue realizada durante horas de luz y se situó mas cerca del lugar de cría. Cuatro taxa se mantuvieron constantes en estas estaciones (Amphipoda, Copepoda, Euphausiacea y Thaliacea). Además, se encontró Chaetognata en la estación 9 y larvas de peces en la estación 11 (*Notothenia kempfi*), ambas en baja abundancia relativa. En la estación 9, el taxón dominante fue Thaliacea (55,9%), mientras que en la estación 10, los eufáusidos (particularmente juveniles-adultos de *E. superba*) fueron los que presentaron la mayor abundancia relativa (62,4%). Respecto a las estaciones nocturnas, en la estación 11, eufáusidos y salpas disminuyeron considerablemente su abundancia relativa, siendo Copepoda el taxón más numeroso (Fig. 8).

T. macrura y *E. frigida* se encontraron presente en las tres estaciones, todos los ejemplares capturados fueron juveniles y adultos. En las dos primeras estaciones, estas dos especies en conjunto no superan el 15% de los eufáusidos. *E. superba* se encontró solamente en las estaciones 9 y 10, representada por larvas calytopis y juveniles-adultos (Fig. 3). Estos últimos constituyeron casi la totalidad de los individuos en la estación 10, con valores de 18.990 ejemplares/1.000 m³.

4^{to} Lobo:

Durante el seguimiento de este lobo, se realizaron 3 estaciones oceanográficas (Fig. 9). Las dos primeras durante la mañana del 20 de febrero en un mismo sitio (Est. 12 y 13), con una diferencia de 30 minutos. La composición zooplanctónica, así como la abundancia relativa de los taxa presentes, fue similar en ambas estaciones (Fig. 9). Euphausiacea estuvo compuesta por 2 especies: *E. superba* y *T. macrura* (Fig. 2). En la estación 12, se capturaron solamente juveniles y adultos de estas especies, mientras que en la estación 13 se encontraron larvas de ambas especies.

El segundo punto muestreado (Est. 14) fue el más distante de las loberas. En esta ocasión, Euphausiacea fue el taxón dominante, el que estuvo compuesto por los tres estados calytopis de *E. superba* (Fig. 2 y 3).

5^{to} Lobo:

Durante el seguimiento de este ejemplar, en la tarde del 21 de febrero se tomaron muestras en 2 puntos cercanos a la lobera. (Fig. 10). Euphausiacea fue el taxón dominante en la estación 15 y

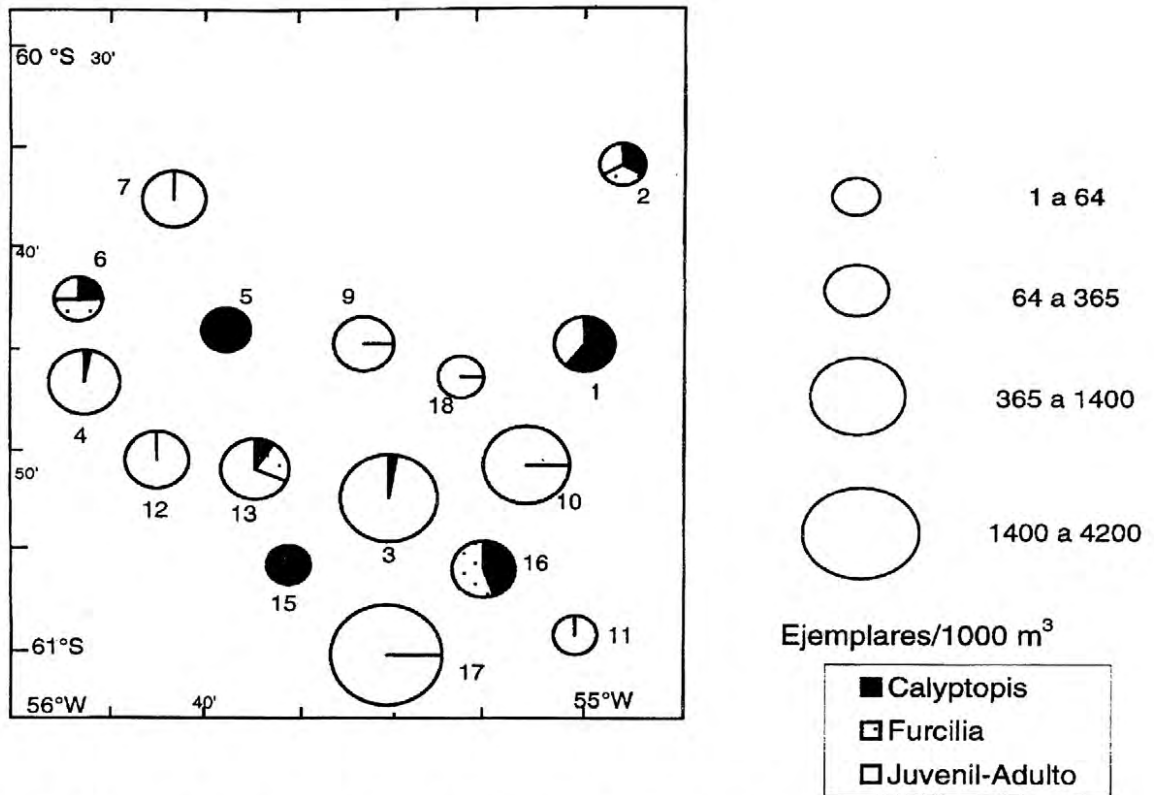


Figura 9. Abundancia relativa y distribución de los estados de desarrollo de *T. macrura*.

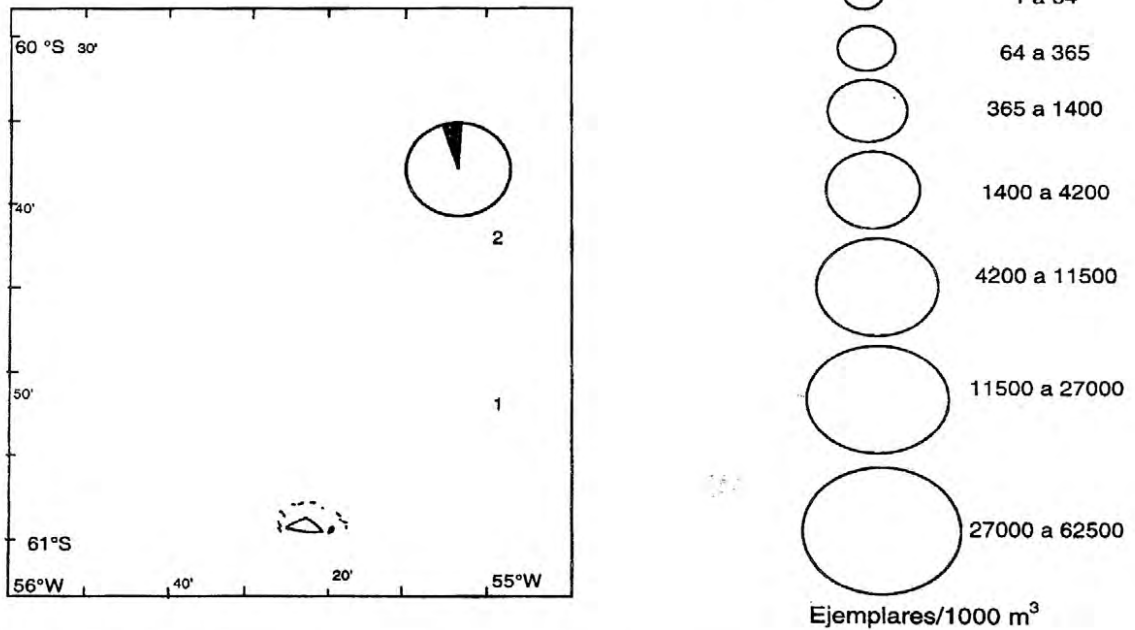


Figura 10. Abundancia de los taxa encontrados en la ruta alimentaria seguida por el 1° lobo rastreado.

Zooplankton en la ruta alimentaria de *Arctocephalus gazella*

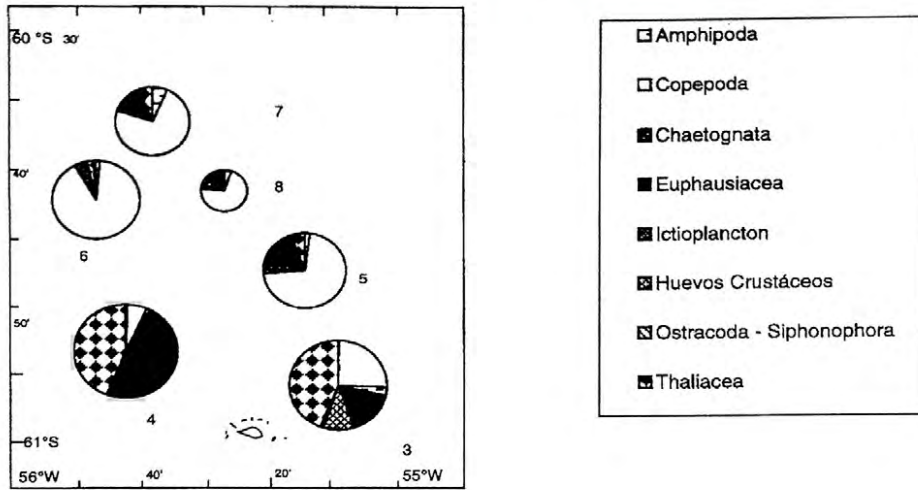


Fig. 11. Abundancia de los taxa encontrados en la ruta alimentaria seguida por el 2º lobo rastreado.

Copepoda en la estación 16. En ambas estaciones, Euphausiacea estuvo compuesto por 2 especies *E. superba* y *T. macrura* (Fig. 2). La primera de ellas estuvo constituida por larvas metanauplio y calyptopis (Fig. 3), mientras que *T. macrura* estuvo compuesta por larvas calyptopis y furcilia (Fig. 5).

6º Lobo:

Este ejemplar fue rastreado los días 21 y 22 de febrero, tomándose muestras en dos puntos (Fig. 11). La composición zooplantónica en ambas estaciones fue similar. En ambas ocasiones el taxón dominante fue Thaliacea (Fig. 11). Euphausiacea se encontró en menor porcentaje en los dos lances, representado por las tres especies identificadas (Fig. 2). De *E. superba* se encontraron juveniles y adultos, además de larvas calyptopis (Fig. 3). *E. frigida* y *T. macrura* estuvieron constituidos por juveniles y adultos (Fig. 4 y 5).

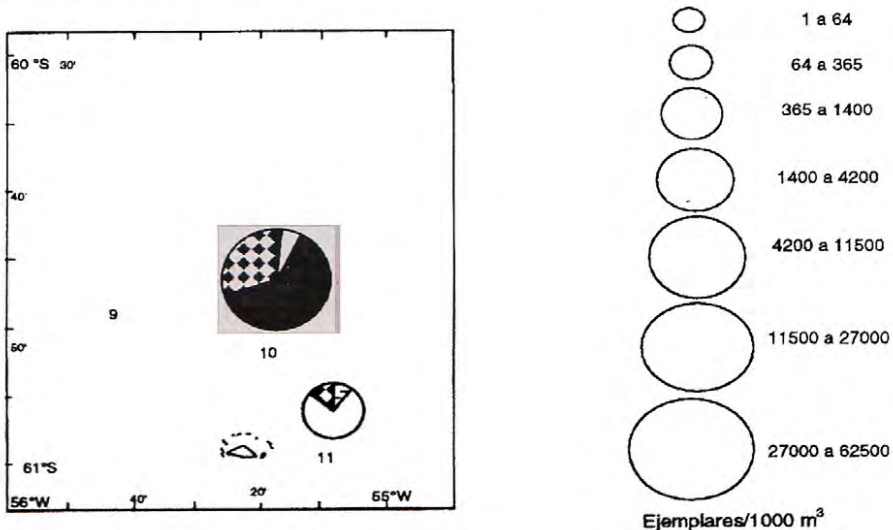


Fig. 12. Abundancia de los taxa encontrados en la ruta alimentaria seguida por el 3º lobo rastreado.

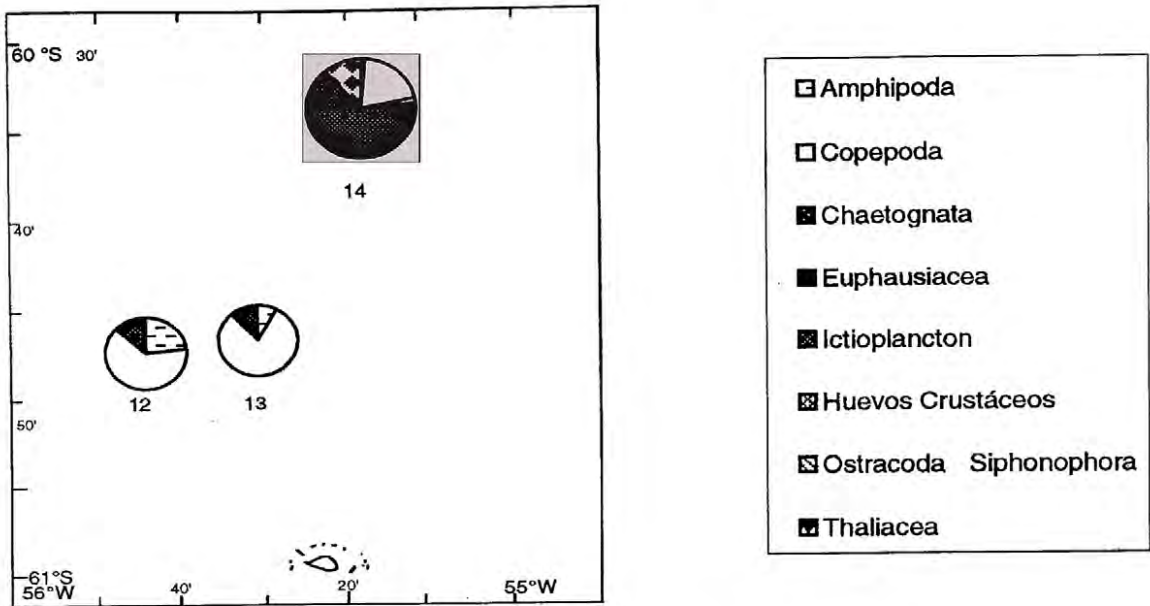


Fig. 13. Abundancia de los taxa encontrados en la ruta alimentaria seguida por el 4° lobo rastreado.

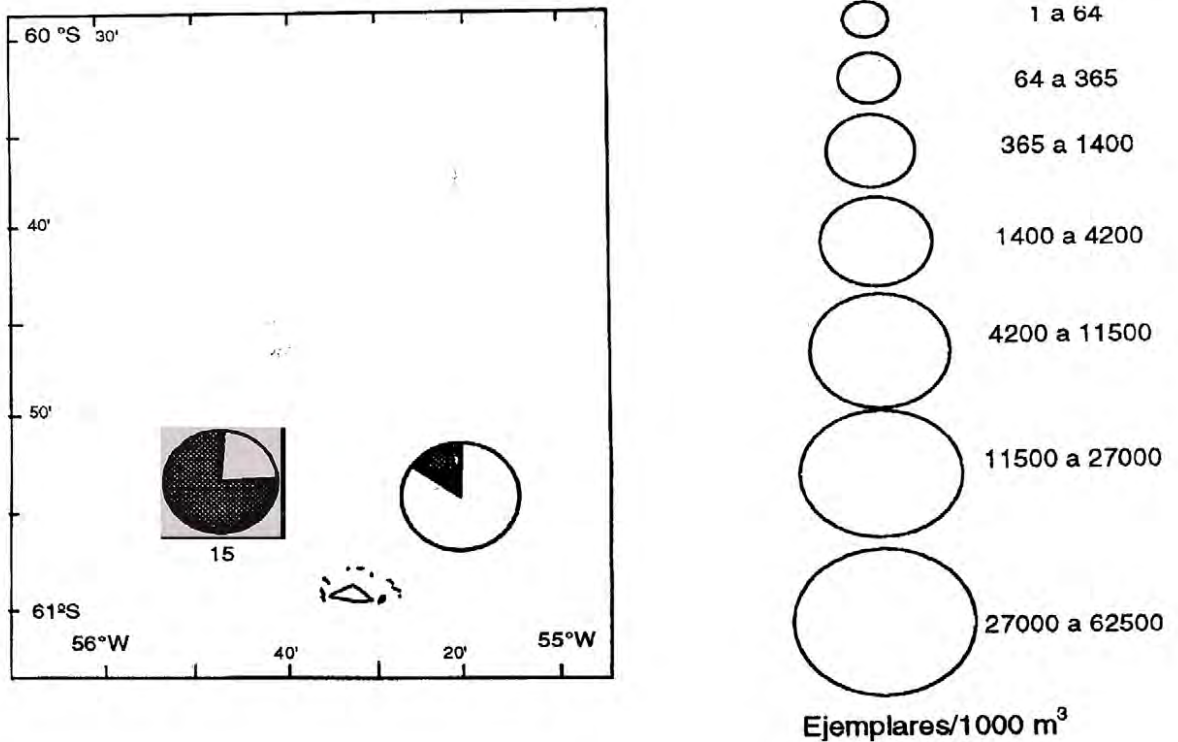


Figura 14. Abundancia de los taxa encontrados en la ruta alimentaria seguida por el 5° lobo rastreado.

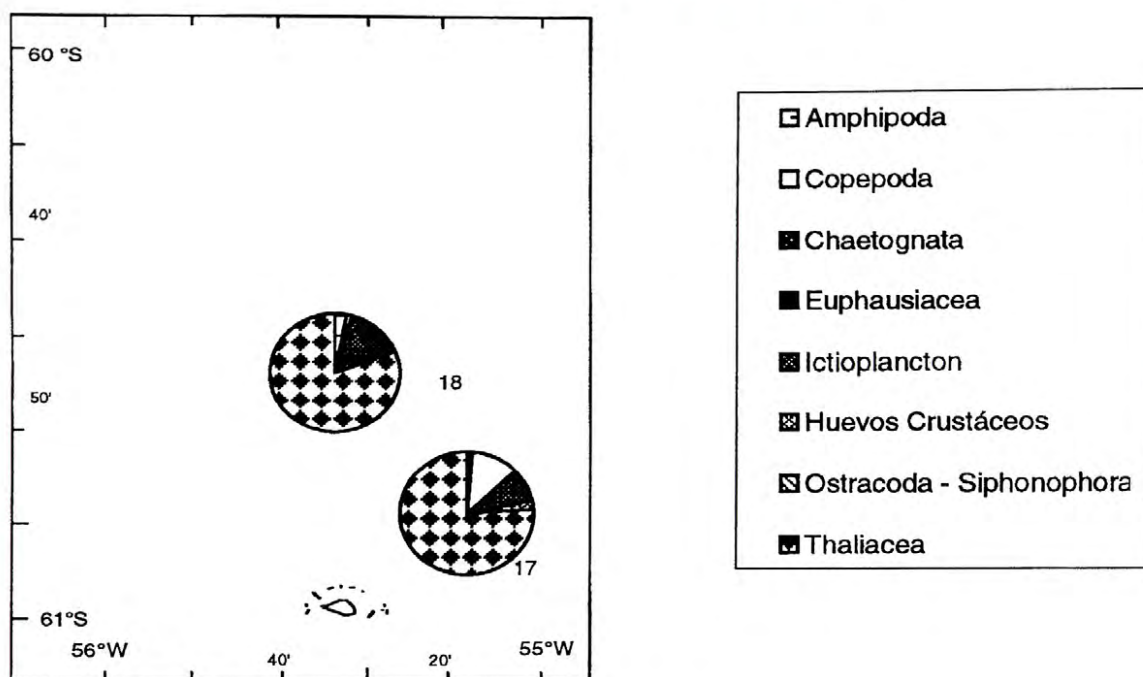


Figura 15. Abundancia de los taxa encontrados en la ruta alimentaria seguida por el 6° lobo rastreado.

DISCUSIÓN

De las taxa encontradas Thaliacea, Euphausiacea y Copepoda, se destacan por su presencia en la mayoría de las estaciones, además de la alta abundancia relativa. Estas taxa han sido señaladas por numerosos autores, como los principales componentes de la biomasa del océano Austral (Mujica y Torres, 1982; Raymont, 1983; Witek *et al.*, 1985; Boysen-Ennen y Piatkowski, 1988; Lancraft *et al.*, 1989; Sicinski *et al.*, 1991; Park y Wormuth, 1993; entre otros).

Importantes variaciones temporales y espaciales en la composición específica de estos grupos, has sido descritas en el área de estudio y mares adyacentes (Mujica y Asencio, 1985; Sinque *et al.*, 1986; Lancraft *et al.* 1989; Park y Wormuth, 1993).

Park y Wormuth (1993), estudiando el zooplankton en torno a la isla Elefante, encontraron que el número de eupáusidos disminuyó entre 1988 y 1990, coincidiendo con el aumento de salpas y copépodos. En el presente trabajo, los copépodos y eupáusidos se distribuyeron ampliamente, mientras que los ejemplares de Thaliacea se concentraron en la parte media del sector estudiado, siendo menor su abundancia relativa en las estaciones más alejadas de la costa. Los valores de abundancia relativa de copépodos obtenidos por Park y Wormuth (1993), son similares a los de este estudio, mientras que el número de salpas fue notoriamente mayor a lo reportado para los tres años anteriores y supera largamente los valores entregados, por Pires (1989) para el zooplankton antártico (7 a 145 ejemplares/1.000m³).

Según Mujica y Asencio, 1985; Witek *et al.*, 1985, *Salpa thompsoni* fue la especie dominante de ambos estudios, la que también ha sido señalada como la más importante por su abundancia y volumen zooplantónico en otras áreas y épocas en el océano Antártico. La biomasa de salpas está

supeditada a condiciones hidrográficas temporales, asociada a aumento de la temperatura y fitoplancton, factores que posibilitan la proliferación de estos organismos oportunistas. Variaciones de un año a otro en la biomasa de salpas de este océano, han sido descritas por Mujica y Asencio (1985), Witek *et al.* (1985), Mujica y Asencio (1986), Park y Wormuth (1993) entre otros. Nishikawa *et al.* (1995), han sugerido que alta concentración de Thaliacea puede producir segregación en las poblaciones de krill; así como también se ha señalado una relación inversa entre las abundancias de *Salpa thompsoni* y krill (Mujica y Asencio, 1985; Pires, 1989; Nishikawa *et al.*, 1995).

La importante variación de la abundancia relativa de Thaliacea, en zonas muy próximas y muestras separadas por horas o días, constituye un resultado particularmente interesante, dado que el muestreo fue determinado por el comportamiento alimentario de un zooplanctófago. La componente lumínica que pudiera explicar mediante migraciones verticales la variabilidad de estos organismos, debería quedar descartada, dado el tipo de muestreo y la movilidad de estos organismos. Esto sugiere que la variabilidad de la abundancia relativa detectada, se podría explicar por el sesgo del muestreo, en el que se capturarían aleatoriamente largas cadenas de estos organismos.

El ictioplancton constituido sólo por larvas de *Electrona antarctica*, *Notothenia kempii* y *Notothenia* sp., se encontró en pocas estaciones y baja abundancia relativa, lo que concuerda con lo señalado por Sinque *et al.* (1986), quienes en torno a isla Elefante, en el verano de 1983/84, encontraron pocos ejemplares, pertenecientes a 4 especies. En el verano siguiente (1984/85), estos mismos autores encontraron que el número de larvas aumentó. La baja abundancia de larvas de peces, también ha sido detectada por Mujica y Torres (1982) en el sector norte de las islas Shetland del Sur, la que en general, ha sido asociada a zonas neríticas y del talud continental, en especial en el estrecho Bransfield, estrecho de Gerlache y aguas someras alrededor de las islas (Asencio y Mujica, 1986; Loeb, 1991a).

Las tres especies de Euphausiacea encontradas en este estudio (*Thysanoessa macrura*, *Euphausia superba* y *E. frigida*), se encuentran dentro del rango de distribución latitudinal señalado para ellas (Antezana *et al.*, 1976; Dzik y Jazdzewski, 1978; Kirkwood, 1982; Kittel y Stepnik, 1983; Kittel *et al.*, 1985; Witek y Kittel, 1985).

Park y Wormuth (1993), en aguas circundantes a isla Elefante durante los 3 años previos encontraron *T. macrura* y *E. superba*, con mayor abundancia de la primera, contrariamente a lo observado en este trabajo, en el que la abundancia relativa de juveniles y adultos de *E. superba* fue muy superior a la de las restantes especies. Además se encontró larvas y adultos de *E. frigida*. Estas diferencias probablemente se deban a las diferencias en el diseño del muestreo.

Se considera que el muestreo que dio origen a este trabajo, que está basado en el comportamiento alimentario de *Arctocephalus gazella*, debe aumentar la probabilidad de captura de zooplancteres pertenecientes a la dieta de esta especie.

Las diferencias encontradas en la composición y abundancia de Euphausiacea en este trabajo, respecto del de Park y Wormuth (1993), podrían ser explicadas porque estos autores además de muestrear estaciones predefinidas, éstas se efectuaron principalmente durante horas de luz y en los primeros 160 m de la columna de agua; mientras que la ausencia de *E. frigida* en ese trabajo, podría ser explicada, porque esta especie presenta una activa migración vertical, agregándose próximo a 300 m de profundidad durante el día y en la noche asciende hasta los 50 m (Kittel *et al.*, 1985).

La gran abundancia relativa de *E. superba*, respecto del trabajo de Loeb (1991b) para la misma área, en febrero de 1991, también puede ser explicada por el tipo de muestreo. Este autor

encontró abundancia promedio de 25 ejemplares/1.000m³, contrastando con el promedio de 1.284 ejemplares/1.000m³ adultos hallados en el presente estudio. En siete de las doce estaciones con presencia de esta especie, la abundancia relativa fue similar a la obtenida por Loeb (1991b), y las cinco restantes producen la gran diferencia del promedio. Si bien ambos muestreos emplearon redes Bongo de similares características, la diferencia en profundidad y la intencionalidad del muestreo, son la causa de una mayor concentración de eufáusidos, especialmente *E. superba*. Por otra parte, se supone que la actividad trófica de los lobos en el lugar de muestreo, debería producir algún grado de perturbación en las agregaciones de krill, lo que disminuiría la probabilidad de su captura.

T. macrura, es una especie de amplia distribución en el océano Austral, incluyendo la zona de isla Elefante. Forma grandes agregaciones en agua superficial y en ocasiones es la especie dominante, superando en número a *E. superba* (Kirkwood, 1982; Kittel y Stepnik, 1983; Kittel *et al.*, 1985; Mujica, 1989; Pires, 1989; Mujica y Asencio, 1990; Park y Wormuth, 1993). La abundancia relativa encontrada en esta oportunidad, es considerablemente menor que la señalada por Kittel y Stepnik (1983)(20 a 35.000 ejemplares/1.000m³) y lo observado por Nordhausen (1991), pocos días después de finalizado este muestreo, en el lado norte de Farellones Foca. (sobre 1.000 ejemplares/1.000m³).

En general, se puede señalar que los resultados obtenidos, deben considerarse como reflejo de la composición y abundancia del zooplankton de sectores donde *A. gazella* se alimentó, y no una descripción general del área adyacente a las islas Farellones Foca. Por otra parte, las altas abundancias relativas de adultos de *E. superba*, fueron obtenidas utilizando una red Bongo, que resulta inapropiada para capturar organismos capaces de nadar activamente y evadir la acción de esta red, lo que sugiere que los trabajos tradicionales sobre composición y abundancia de Euphausiacea en el océano Austral, pueden estar subestimando la verdadera abundancia de este recurso, al obtener valores promedio de abundancia relativa de unas pocas estaciones realizadas en sectores discretos que son extrapolados para toda un área.

Respecto al comportamiento de *Arctocephalus gazella*, se debe señalar, que durante la época de crianza, permanecen varios días en el mar en busca de alimento, recorriendo durante ese tiempo grandes distancias antes de regresar a su lobera (Green *et al.*, 1989; Boyd y Croxall, 1992). Esto les permitiría metabolizar su alimento, para amamantar sus crías. Durante el trayecto que recorren en busca de alimento, realizan gran cantidad de inmersiones, pero se ha establecido que estos individuos comienzan a alimentarse luego de su sexta inmersión sucesiva en un mismo sitio, prefiriendo para ello los primeros 30 metros de la columna de agua, actividad que desarrollan preferentemente durante la noche (Green *et al.*, 1989; Boyd y Croxall, 1992). Se ha indicado que los lobos finos se alimentan principalmente de krill (*E. superba*), en especial en zonas donde la abundancia de este eufáusido es alta. Cuando es baja la abundancia de esta especie, preda sobre poblaciones de peces (Green *et al.*, 1989; Daneri y Coria, 1992; Reid, 1995).

De acuerdo a lo anterior, *E. frigida* y *T. macrura* no representarían una alternativa de alimento apropiada para el lobo fino dado su pequeño tamaño, cuyos adultos no sobrepasan los 30 mm de longitud (Dzik y Jazdzewski, 1978). Por el contrario, los ejemplares adultos de *E. superba*, además de alcanzar un tamaño mayor, se encuentran en el océano Austral con una densidad mucho más elevada que las restantes especies de eufáusidos (Dzik y Jazdzewski, 1978; Kirkwood, 1982; Raymont, 1983). Estos aspectos serían los que determinan la elección de *A. gazella* por el krill como una de sus principales presas.

Durante este estudio, *E. superba* se encontró en doce estaciones. De ellas, siete fueron

diurnas, en las que la abundancia relativa no fue muy alta, comparada con las estaciones nocturnas. En estas estaciones, que supuestamente el krill se encontraba a mayor profundidad, los lobos pueden haber predado cardúmenes de peces, los que suelen estar asociados a agregaciones de eufáusidos; o bien se alimentaron de otras especies de eufáusidos, como *T. macrura*, la que forma grandes agregaciones superficiales, constituyéndose en presa de fácil acceso y elevada abundancia para estos mamíferos (Kittel *et al.*, 1985). *E. frigida* también pudo ser alimento, dado que los adultos se encontraron en densidad mayor que *T. macrura*.

Es probable que *A. gazella* también prede sobre otras especies de eufáusidos además de *E. superba*, puesto que en varias estaciones en que sólo se capturó *T. macrura* y *E. frigida*, los lobos presentaron el típico comportamiento de estar alimentándose, consistente en inmersiones sucesivas a poca profundidad (Green *et al.*, 1989; Boyd y Croxall, 1992).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo material y financiero que el Instituto Antártico Chileno puso a su disposición, para la ejecución del Proyecto que dio origen a esta publicación. A la tripulación de la M/N Luis Alcázar, por su desinteresada cooperación en la toma de muestras; y a la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte, por su apoyo irrestricto en el análisis de la información.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMOS, A. AND M. LAVENDER. 1991. Physical oceanography. In AMLR 1990/91 Field Season Report. Jane Rosenberg and Roger Hewitt Eds. Antarctic Ecosystem Research Group. La Jolla, California, USA., 33-41.
- ANTEZANA, T., N. AGUIRRE y R. BUSTAMANTE, 1976. Clave ilustrada y distribución latitudinal de los eufáusidos del océano Antártico (Crustacea, Zooplankton). Ser. Cient. INACH 4(1): 53-68.
- ASENCIO V., y A. MUJICA, 1986. Ictioplancton del estrecho Bransfield (SIBEX-Fase II-Chile). Ser. Cient. INACH 35: 105-110.
- BENGTSON, J., P. BOVENG, J. JANSEN, T. ICHII, A. MUJICA AND J. ALVARADO, 1991. Fur seal and penguin foraging areas near Seal Island during 1990/1991. In AMLR 1990/91 Field Season Report. Jane Rosenberg and Roger Hewitt Eds. Antarctic Ecosystem Research Group. La Jolla, California, USA., 20-23.
- BODENHEIMER, F., 1955. Précis d' ecologie animale. Payot, Paris, 25 pp.
- BOYD, L. and J. CROXALL, 1992. Diving behavior of lactating antarctic fur seals. Can. J. Zool. 70: 919-928.
- BOWEN, W. and G. HARRISON. 1994. Offshore diet of grey seals *Halichoerus grypus* near Sable Island, Canada. Mar. Ecol. Prog. Ser., 112(1-2): 1-11.
- BOYSEN-ENNEN, E. and U. PIATKOWSKI. 1988. Meso- and macrozooplankton communities in the Weddell Sea, Antarctica. Polar Biol., 9: 17-35.

- BRINTON, E., M. HUNTLEY AND A. TOWNSEND. 1986. Larvae of *Euphausia superba* in the Scotia Sea and Bransfield Strait in March 1984-Development and abundance compared with 1981 larvae. *Polar Biol.*, 5: 221-234.
- CHOJNACKI, J. AND T. Weglenska. 1984. Periodicity of composition, abundance and vertical distribution of summer zooplankton (1977/1978) in Ezcurra Inlet, Admiralty Bay (King George Island, South Shetland). *J. Plankton Res.*, 6(6): 997-1017.
- DANERI, G. AND N. CORIA. 1992. The diet of Antarctic fur seals, *Arctocephalus gazella*, during the summer-autumn period at Mossman Peninsula, Laurie Island (South Orkneys). *Polar Biol.*, 11: 565-566.
- DZIK, J. AND K. JAZDZEWSKI. 1978. The euphausiid species of the Antarctic region. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 25(3): 589-605.
- EL-SAYED, S. 1988. Productivity of the Southern Ocean: a closer look. *Comp. Biochem. Physiol.* 90B(3): 489-498.
- GARCIA, M., A. AGUAYO Y D. TORRES. 1994. Viajes tróficos de hembras y períodos de alimentación de crías de *Arctocephalus gazella*. *Ser. Cient. INACH.*, 44: 102.
- GREEN, K., H. BURTON AND R. WILLIAMS. 1989. The diet of Antarctic fur seals *Arctocephalus gazella* (Peters) during the breeding season at Heard Island. *Antarctic Science*, 1(4): 317-324.
- HELBLING, W., V. VILLAFANE AND O. HOLM-HANSEN. 1995. Variability of phytoplankton distribution and primary production around Elephant Island, Antarctica, during 1990-1993. *Polar Biol.*, 15: 233-246.
- HEMPEL, I. AND E. MARSCHOFF. 1980. Euphausiid larvae in the Atlantic sector of the Southern Ocean. *Meeresforschung.*, 28: 32-47.
- HOSIE, G. AND J. KIRKWOOD. 1986. Euphausiid larvae collected from the Prydz Bay region during the Nella Dan Cruise (SIBEX I). *Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue*, 40: 110-116.
- HUNT, G., D. HEINEMANN AND I. EVERSON. 1992. Distributions and predator-prey interactions of macaroni penguins, Antarctic fur seals, and Antarctic krill near Bird Island, South Georgia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 86: 15-30.
- KIRKWOOD, J. 1982. A guide to the Euphausiacea of the Southern Ocean. *Anare Research Notes*, (1): 45pp.
- KITTEL, W. AND R. STEPNIK. 1983. Distribution of *Euphausia crystallorophias*, *E. frigida*, *E. triacantha* and *Thysanoessa macrura* (Crustacea, Euphausiacea) in the southern Drake Passage and Bransfield Strait in February and March 1981. *Pol. Polar Res.*, 4(1-4): 7-19.
- KITTEL, W., Z. WITEK AND H. CZYKIETA. 1985. Distribution of *Euphausia frigida*, *Euphausia crystallorophias*, *Euphausia triacantha* and *Thysanoessa macrura* in the southern part of Drake Passage and in the Bransfield Strait during the 1983-1984 austral summer (BIOMASS-SIBEX). *Pol. Polar Res.*, 6(1-2): 133-149.

- KITTEL, W., J. SICINSKI and C. LUCZAK. 1988. Structure and biomass of zooplankton between King George Island and Elephant Island (BIOMASS III, October-November 1986). *Pol. Polar Res.*, 9(2-3): 265-276.
- LANCRAFT, T. J. TORRES AND T. HOPKINS. 1989. Micronekton and macrozooplankton in the open waters near Antarctic ice edge zones (AMERIEZ 1983 and 1986). *Polar Biol.*, 9: 225-233.
- LOEB, V. 1991a. Distribution AND abundance of larval fishes collected in the western Bransfield Strait region, 1986-87. *Deep Sea Research*, 38(8/9): 1251-1260.
- LOEB, V. 1991b. Direct krill sampling (bongo and IKMT nets). In AMLR 1990/91 Field Season Report. Jane Rosenberg and Roger Hewitt Eds. Antarctic Ecosystem Research Group. La Jolla, California, USA., 64-81.
- MAKAROV, R. 1983. Some problems in the investigation of larval euphausiids in the Antarctic. *Berichte Zur Polarforschung.*, 4: 12 pp.
- MUJICA, A. 1989. Distribución del orden Euphausiacea en el Estrecho Bransfield y zonas adyacentes (SIBEX-INACH, Enero-Febrero, 1984). *Pesq. Antárt. Bras.*, 1(1): 35-44.
- MUJICA, A. y A. TORRES. 1982. Análisis cualitativo y cuantitativo del zooplancton antártico. *Ser. Cient. INACH.*, 28: 181-191.
- MUJICA, A. y V. ASENCIO. 1985. Larvas de peces, eufáusidos y estructura comunitaria del zooplancton del Estrecho Bransfield (Crucero SIBEX-INACH, 1984). *Ser. Cient. INACH.*, 33: 159-186.
- MUJICA, A. y V. ASENCIO. 1986. Composición y abundancia relativa del zooplancton antártico en el Estrecho Bransfield (SIBEX-Fase II, Chile). *Ser. Cient. INACH.*, 35: 95-104.
- MUJICA, A. y V. ASENCIO. 1990. Composición y estados de desarrollo de Euphausiacea en el estrecho Bransfield (SIBEX-Fase II). *Ser. Cient. INACH.*, 40: 55-69.
- Nishikawa, J., M. NAGANOBU, T. ICHII, H. ISHII, M. TERAZAKI, K. KAWAGUCHI 1995. Distribution of salps near the South Shetland Islands during austral summer, 1990-1991 with special reference to krill distribution. *Polar Biol.*, 15: 31-39.
- NORDHAUSEN, W. 1991. Abundance and distribution of the Antarctic euphausiid *Thysanoessa macrura* in the eastern Bransfield Strait and around Elephant Island. In AMLR 1990/91 Field Season Report. Jane Rosenberg and Roger Hewitt Eds. Antarctic Ecosystem Research Group. La Jolla, California, USA., 87-88.
- NORTH, A. AND M. WHITE. 1982. Key to fish postlarvae from the Scotia Sea, Antarctica. *Cybium*, 6(1): 13-32.
- PARK, C. AND J. WORMUTH. 1993. Distribution of Antarctic zooplankton around Elephant Island during the austral summers of 1988, 1989 and 1990. *Polar Biol.*, 13: 215-225.
- PIRES, A. 1986. Vertical distribution of Euphausiid larvae (Crustacea) in the Bransfield Strait during the First Brazilian Antarctic Expedition (Summer 1982/83). *An. Acad. brasil. Ciênc.*, 58: 43-51.

Zooplankton en la ruta alimentaria de *Arctocephalus gazella*

- PIRES, A. 1989. Density and distribution of larval stages of Euphausiacea (Crustacea) in the Bransfield Strait and South of the Drake Passage in Summer 1984 (BIOMASS-SIBEX). *Pesq. Antárt. Bras.*, 1(1): 121-132.
- RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. 1984. Krill larvae in the Atlantic sector of the Southern Ocean during FIBEX 1981. *Polar Biol.*, 3: 141-147.
- RAYMONT, J. 1983. *Plankton and Productivity in the Oceans*. Ed. Wheaton & Co. Great Britain, 660 pp.
- REGAN, T. 1916. Larval and post-larval fishes. British Antarctic ("Terra Nova") Expedition, 1910. *British Mus. (Nat. Hist.). Zoology*, 1(4): 125-156.
- REID, K. 1995. The diet of Antarctic fur seals (*Arctocephalus gazella* Peters 1875) during winter at South Georgia. *Antarctic Science*, 7(3): 241-249.
- ROSENBERG, J. AND R. HEWITT. 1991. AMLR 1990/91 Field Season Report: Objectives, Accomplishments and Tentative Conclusions. Antarctic Ecosystem Research Group. La Jolla, California, USA., 97 pp.
- SCHLATTER, R. 1987. Avistamiento de mamíferos marinos durante SIBEX-Fase II en el estrecho Bransfield y aguas adyacentes. *Ser. Cient. INACH.*, 36: 167-174.
- SICINSKI J., W. KITTEL AND M. ZMIJEWSKA. 1991. Macrozooplankton near the pack ice between Elephant Island and the South Orkney Islands (December 1988-January 1989). *Pol. Polar Res.*, 12(4): 565-582.
- SIELFELD, W. 1983. *Mamíferos marinos de Chile*. Ed. Universidad de Chile, 199 pp.
- SILVA, N., W. HELBLING, V. VILLAFANE, A. AMOS AND O. HOLM-HANSEN. 1995. Variability in nutrient concentrations around Elephant Island, Antarctica, during 1991-1993. *Polar Research*, 14(1): 69-82.
- SINQUE, C., S. KOBLITZ AND L. COSTA. 1986. Distribution of larval and postlarval antarctic fishes around Elephant Island and Bransfield Strait-Antarctica. *Nerítica, Pontal do Sul, PR.*, 1(3): 103-117.
- TORRES, D. 1982. Mamíferos marinos asociados a concentraciones de krill durante el desarrollo del proyecto FIBEX-Chile. *Ser. Cient. INACH.*, 28: 223-231.
- TORRES, D., C. GUERRA Y J. CARDENAS. 1984. Primeros registros de *Arctocephalus gazella* y nuevos hallazgos de *Arctocephalus tropicalis* y *Leptonychotes weddelli* en el archipiélago de Juan Fernández. *Ser. Cient. INACH.*, 31: 115-148.
- TORRES, D., D. OLIVA, R. DURAN Y H. CASTILLO. 1988. Antecedentes sobre la ecología de la población del lobo fino *Arctocephalus gazella* en Cabo Shirreff, Islas Shetland del Sur, Antártica. *Boletín Antártico Chileno*, 8(1): 40-43.
- VEIT, R., E. SILVERMAN AND I. EVERSON. 1993. Aggregation patterns of pelagic predators and their principal prey, Antarctic krill, near South Georgia. *J. of Animal Ecology*, 62: 551-564.

- VILLAFANE, V., W. HELBLING AND O. HOLM-HANSEN. 1995. Spatial and temporal variability of phytoplankton biomass and taxonomic composition around Elephant Island, Antarctica, during the summers of 1990-1993. *Marine Biology*, 123: 677-686.
- WITEK, Z. AND W. KITTEL. 1985. Larvae of the species of the genus *Euphausia* (Euphausiacea, Crustacea) in the southern part of Drake Passage and the Bransfield Strait during the BIOMASS-SIBEX (December 1983-January 1984). *Pol. Polar Res.*, 6(1-2): 117-132.
- WITEK, Z., W. KITTEL, H. CZYKIETA, M. ZMIJEWSKA AND E. PRESLER. 1985. Macrozooplankton in the southern Drake Passage and in the Bransfield Strait during BIOMASS-SIBEX (December 1983-January 1984). *Pol. Polar Res.*, 6(1-2): 95-115.