

## MONITOREO DE LA DIETA POST- REPRODUCTIVA DEL PINGÜINO PAPUA (*PYGOSCELIS PAPUA*) EN ISLA LAURIE (ORCADAS DEL SUR, ANTARTIDA): PERIODO 1997–1999

María Paula Berón<sup>1</sup>, Néstor R. Coria<sup>2</sup>, & Marco Favero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Laboratorio de Vertebrados, Funes 3250, (7600) Mar del Plata, Argentina. *E-mail:*  
mpberon@mdp.edu.ar

<sup>2</sup>Instituto Antártico Argentino, Dirección Nacional del Antártico, Cerrito 1248, Buenos Aires  
(1010), Argentina.

**Abstract.** – Post-breeding diet of the Gentoo Penguin (*Pygoscelis papua*) at Laurie Island (South Orkney Islands, Antarctica): period 1997–1999. – The diet of the Gentoo Penguin (*Pygoscelis papua*) was monitored at Laurie Island, (South Orkney Islands, Antarctica) during the post-breeding seasons 1997, 1998 and 1999. Krill (*Euphausia superba*) was the most important prey by number (> 90%) and mass (> 60%) during the three sampling periods, while fish was the most frequent prey during 1997. Fish were present in 73% of samples; nototheniids (*Gobionotothen gibberifrons*, *Lepidonotothen larseni*, *Lepidonotothen nudifrons* and *Trematomus newnesi*) being the most important species. *L. larseni* and *G. gibberifrons* constituted the bulk of the diet in terms of mass. The largest fish prey being *G. gibberifrons* (18.7 cm  $\pm$  9.1). Cephalopods and amphipods were occasionally present in the diet. Diet monitoring during the post-breeding season showed interannual variation, fish being the most variable resource, whereas krill showed much less variation through the study.

**Resumen.** – La dieta del Pingüino Papua (*Pygoscelis papua*) fue monitoreada durante las estaciones post-reproductivas de 1997, 1998 y 1999 en Isla Laurie (Orcadas del Sur, Antártida). El krill Antártico (*Euphausia superba*) fue el ítem más importante en número (> 90%) y en biomasa (> 60%) durante los tres períodos de muestreo, mientras que los peces fueron el ítem más frecuente durante 1997. Los peces estuvieron presentes en el 73% de las muestras siendo los nototénidos *Gobionotothen gibberifrons*, *Lepidonotothen larseni*, *Lepidonotothen nudifrons* y *Trematomus newnesi* las especies más importantes. *L. larseni* y *G. gibberifrons* fueron las especies que más aportaron a la biomasa en la dieta. Las mayores tallas estimadas para los peces correspondieron a *Gobionotothen gibberifrons* (18.7 cm  $\pm$  9.1). Los cefalópodos y los anfípodos fueron presas ocasionales en la dieta de los pingüinos. Se hallaron variaciones al analizar la dieta durante las tres estaciones post-reproductivas, los peces resultaron ser el recurso más fluctuante, mientras que el krill mostró una menor variación. Aceptado el 26 de Abril de 2002.

**Key words:** Gentoo Penguin, *Pygoscelis papua*, diet monitoring, krill, *Euphausia superba*, fish prey.

### INTRODUCCIÓN

El monitoreo a mediano y largo plazo de parámetros tróficos y reproductivos de los predadores tope es una herramienta fundamental para detectar y registrar los cambios

significativos en los componentes críticos del ecosistema con el fin de que sirvan de base para la conservación de los recursos vivos marinos antárticos. El Pingüino Papua (*Pygoscelis papua*), al igual que el Cormorán Antártico (*Phalacrocorax bransfieldensis*), es un importante

consumidor de peces costeros en los mares antárticos. Los Pingüinos Papua capturan peces juveniles de varias especies, los cuales crecen en sectores costeros y cuyas tallas maduras han sido y son explotadas comercialmente en aguas profundas (Croxall & Prince 1987). Investigaciones recientes indican que los peces que componen la dieta del cormorán coinciden cuantitativa y cualitativamente con aquellos capturados por medio de trasmallos costeros, y que el análisis de la dieta refleja variaciones temporales en la abundancia del recurso (Casaux 1998). Esto hace que sea posible utilizar a estas aves como potenciales indicadores de los cambios en las poblaciones de peces costeros.

Las tres especies del género *Pygoscelis* se alimentan casi exclusivamente de eufáusidos, principalmente krill Antártico (*Euphausia superba*). Otros ítems como peces y cefalópodos son también consumidos, particularmente por los pingüinos Adelia (*Pygoscelis adeliae*) y Papua (*Pygoscelis papua*) (Volkman *et al.* 1980, Williams 1995). La mayoría de los antecedentes alimentarios sobre pingüinos del género *Pygoscelis* provienen del análisis de la dieta durante el período reproductivo (Croxall & Prince 1980, Croxall *et al.* 1988, Bost & Jouventin 1990, Ridoux 1994). Los primeros estudios realizados durante la estación no reproductiva fueron llevados a cabo en unas pocas regiones del sector sub-Antártico y Antártico (Kato *et al.* 1991, Williams 1991, Ridoux 1994, Coria *et al.* 2000). Los Pingüinos Papua se alimentan de crustáceos (principalmente *Euphausia superba*) y peces de las familias Notothenidae y Myctophidae, aunque su dieta varía geográficamente de manera considerable.

El presente estudio tuvo como objetivo principal proveer información acerca de la dieta post-reproductiva del Pingüino Papua en las Islas Orcadas del Sur (Antártida), determinando los ítems que la componen y anali-

zando la variación de la misma a lo largo de temporadas sucesivas.

## ÁREA DE ESTUDIO Y METODOS

Las muestras utilizadas en el presente estudio provienen de la Isla Laurie, Islas Orcadas del Sur, Antártida (60°44'S, 44°37'W). Los muestreos fueron realizados durante el transcurso de las Campañas Antárticas de Invierno 1997, 1998 y 1999 por personal del Instituto Antártico Argentino (Dirección Nacional del Antártico).

Se obtuvieron 103 contenidos estomacales de Pingüino Papua durante el período post-reproductivo: 38 en abril y mayo de 1997, 15 en mayo de 1998 y 50 en abril y mayo de 1999. Para la recolección de muestras, se seleccionaron individuos adultos que regresaban a la colonia luego de un período de forrajeo en el mar. Las muestras se obtuvieron mediante el método de lavado estomacal descrito por Wilson (1984). Luego de la recolección, las muestras fueron conservadas y transportadas en frío a una temperatura de -20°C hasta el momento de su análisis.

El procesado inicial de las muestras en el laboratorio consistió en colocar el contenido en un tamiz para escurrir el agua de la misma. Se registró el peso húmedo (escurrido) total de la muestra y de cada una de las fracciones. Una vez separada la fracción de krill del contenido total, se estimó el número total de ejemplares a través del conteo de los mismos. En caso de hallarse una fracción de presas digeridas o rotas, la estimación se llevó a cabo por medio del conteo de la porción sana del contenido y la extrapolación del volumen conocido sobre el total. El krill entero fue medido registrándose la longitud total mediante un calibre digital (precisión 0.01 mm). En el caso de ejemplares rotos, el largo de los mismos se estimó midiendo el largo de cefalotórax y retrocalculando el largo total de

TABLA 1. Frecuencia de ocurrencia (F%), importancia numérica (N%) e importancia en peso (M%) de los ítems presa encontrados en los contenidos estomacales de Pingüinos Papua.

|           | 1997               |                       |                      | 1998               |                      |                      | 1999               |                       |                      |
|-----------|--------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|
|           | F%                 | N%                    | M%                   | F%                 | N%                   | M%                   | F%                 | N%                    | M%                   |
|           | (37 <sup>1</sup> ) | (13785 <sup>2</sup> ) | (8353 <sup>3</sup> ) | (15 <sup>1</sup> ) | (5406 <sup>2</sup> ) | (2604 <sup>3</sup> ) | (50 <sup>1</sup> ) | (21701 <sup>2</sup> ) | (6726 <sup>3</sup> ) |
| Krill     | 70.3               | 94.2                  | 62.5                 | 100.0              | 98.1                 | 83.5                 | 98.0               | 98.5                  | 92.4                 |
| Peces     | 86.5               | 5.4                   | 37.4                 | 66.7               | 1.6                  | 16.4                 | 14.0               | 1.0                   | 7.1                  |
| Anfípodos | 56.8               | 0.3                   | 0.1                  | 40.0               | 0.3                  | 0.1                  | 18.0               | 0.2                   | 0.0                  |
| Calamares | 10.8               | 0.0                   | 0.0                  | 6.7                | 0.0                  | 0.0                  | 8.0                | 0.2                   | 0.5                  |

<sup>1</sup>Número de muestras<sup>2</sup>Número total de presas<sup>3</sup>Peso total (gramos).

acuerdo a métodos descritos por el CEMP (Programa de Monitoreo del Ecosistema de CCAMLR, Hill 1990). De cada muestra se separaron los restos diagnósticos de peces, principalmente los otolitos “saggita”, que permitió la identificación y la estimación de tallas y pesos de los mismos. Los pares de otolitos extraídos de neurocráneos enteros fueron guardados por separado y se registró el número total de otolitos (pares y sueltos) de cada muestra. Luego los otolitos fueron identificados bajo lupa (20–60 X) al nivel taxonómico más bajo posible utilizando descripciones e ilustraciones provenientes del material bibliográfico (Hecht 1987, Williams & McEldowney 1990, Reid 1996) y colecciones del Instituto Antártico Argentino y del Laboratorio de Vertebrados (FCEyN, UNMDP). En el análisis de los contenidos estomacales pudieron recuperarse 1845 otolitos, de los cuales 1073 fueron identificados específicamente. De estos últimos pudieron ser medidos 900 otolitos y se retrocalculó el peso y la longitud de la presa utilizando las regresiones de la bibliografía (Hecht 1987, Casaux *et al.* 1990, Williams & McEldowney 1990, entre otros).

También se registró la presencia de otros tipos de presas que se encontraban en las muestras, tales como cefalópodos y anfípo-

dos, identificándolos mediante la utilización de bibliografía (Clarke 1986, Sieg & Wägele 1990) y colecciones de referencia del Laboratorio de Vertebrados. Para llevar a cabo el análisis de los datos se calcularon las frecuencias de ocurrencia muestral (número de muestras donde aparece un ítem dividido el número total de muestras), numéricas (número de presas de un ítem, dividido el número total de presas) y de peso (peso total de cada presa, dividido el peso total acumulado).

## RESULTADOS

*Aspectos generales de la dieta.* La comparación del peso promedio de los contenidos estomacales colectados durante el período post-reproductivo de 1997 ( $224.5 \pm 112.9$ ,  $n = 38$ ), 1998 ( $172.2 \pm 85.1$ ,  $n = 15$ ) y 1999 ( $278.5 \pm 162.3$ ,  $n = 50$ ) presentó diferencias significativas entre los tres años (ANOVA,  $F_{2,100} = 3.889$ ,  $P < 0.05$ ). De las presas encontradas, el krill Antártico fue el ítem más importante en biomasa durante los tres años de muestreo y su importancia numérica en la dieta superó el 90% en los tres años analizados. En cuanto a la ocurrencia el krill predominó durante 1998 y 1999, en cambio en 1997 los peces fueron más frecuentes. Otros ítems presa como cefa-

lópodos (calamares) y anfípodos fueron menos importantes en ocurrencia, número y biomasa (Tabla 1).

*Krill.* Los crustáceos hallados en los contenidos estomacales de los Pingüinos Papua pertenecieron al krill Antártico. La talla promedio de krill consumido fue  $44.6 \pm 5.4$  mm ( $n = 6340$ ). Las tallas promedio de *E. superba* en los tres años analizados fueron  $44.7 \pm 5.7$  mm en 1997,  $45.2 \pm 7.4$  mm en 1998 y  $44.3 \pm 4.5$  mm en 1999 (ANOVA  $F_{2,6337} = 9.73$ ,  $P < 0.0001$ ). Comparaciones utilizando el test Tukey indicaron que estas significancias en las tallas promedio se debieron a las mayores diferencias entre 1998 y 1999 ( $P = 0.003$ ).

*Otros crustáceos.* Entre los anfípodos que pudieron ser determinados ( $n = 114$ ) se encontraron los hipóridos *Cylopus lucasi* y *Vibilia antarctica*, y el gamárido *Abyssorobomene plebs*. La talla promedio de todos estos fue  $17.2$  mm  $\pm 5.1$  (rango = 7.5–32.2 mm,  $n = 50$ ). Los isópodos aparecieron sólo ocasionalmente pudiendo ser identificada una sola especie del suborden Flabellifera (*Cymodoce tubicanda*).

*Peces.* El 73% de las muestras analizadas ( $n = 103$ ) presento restos de peces. Las presas más abundantes fueron dos especies de la familia Notothenidae: *Gobionotothen gibberifrons* y *Lepidonotothen larseni*, presentes en los tres años de muestreo (Tabla 2). Los otolitos ( $n = 772$ ) que no pudieron ser determinados a nivel específico correspondieron a ejemplares post-larvales de nototénidos. La talla promedio de peces consumidos por los pingüinos fue  $11.6 \pm 6.3$  cm ( $n = 900$ ), registrándose el mayor tamaño en un ejemplar de *Gobionotothen gibberifrons* (38.7 cm) y el menor en uno de *Lepidonotothen nudifrons* (5.2 cm). Se encontraron diferencias significativas entre las tallas promedio de *Gobionotothen gibberifrons* en 1997 en comparación con 1998 ( $t_{29} = 3.05$ ,  $P < 0.005$

) y con 1999 ( $t_{128} = 3.6$ ,  $P < 0.001$ ), y en *Lepidonotothen larseni* entre los años 1997 y 1998 ( $t_{275} = 3.5$ ,  $P < 0.001$ ) (Tabla 3).

*Cefalópodos.* Los picos de calamar encontrados en los contenidos estomacales de Pingüinos Papua correspondientes a los tres años analizados pertenecieron a la especie *Psychroteuthis glacialis*. Fueron más importantes en 1999 (N% = 0.2,  $n = 50$ ) y mucho más ocasionales en 1997 ( $n = 4$ ) y 1998 ( $n = 1$ ).

## DISCUSIÓN

El krill Antártico fue el componente más frecuente en la dieta de los Pingüinos Papua durante los períodos post-reproductivos correspondientes a este estudio, estando presente en el 87% de las muestras, mientras que los peces estuvieron presentes en el 73% de las mismas. A diferencia de lo encontrado en este estudio el krill Antártico fue la presa más frecuente en la misma localidad en sólo uno de los tres años de un estudio previo, alcanzando un 89% de ocurrencia en 1993. En cambio, durante los dos años restantes (1995 y 1996), los peces fueron las presas más importantes (Coria *et al.* 2000). Las especies de peces encontradas, principalmente nototénidos, coincidieron con las halladas en los tres años previos de monitoreo destacándose principalmente *Gobionotothen gibberifrons* y *Lepidonotothen larseni* en biomasa (Coria *et al.* 2000). Los calamares fueron una presa poco frecuente, coincidiendo con algunos autores que han reportado la presencia poco significativa o la ausencia de restos de cefalópodos en la dieta de estos pingüinos durante el otoño y el invierno (Jablonsky 1985, Kato *et al.* 1991). En cambio, otros autores señalan que los cefalópodos se encuentran presentes en la dieta de la especie en cantidades variables a lo largo de las distintas estaciones (Adams & Klages 1989, Green & Wong 1992). En años anteriores de monitoreo en la misma localidad

TABLA 2. Peces representados por los otolitos hallados en los contenidos estomacales de Pingüinos Papua en Isla Laurie. Porcentaje de frecuencia de ocurrencia (F%), importancia numérica (N%) e importancia en peso (M%).

|                                      | 1997 (N <sup>1</sup> = 38) |      |      | 1998 (N <sup>1</sup> = 15) |      |      | 1999 (N <sup>1</sup> = 50) |      |      |
|--------------------------------------|----------------------------|------|------|----------------------------|------|------|----------------------------|------|------|
|                                      | F%                         | N%   | M%   | F%                         | N%   | M%   | F%                         | N%   | M%   |
| <b>Notothenidae</b>                  |                            |      |      |                            |      |      |                            |      |      |
| <i>Gobionotothen gibberifrons</i>    | 34.4                       | 3.3  | 5.3  | 50.0                       | 7.0  | 3.4  | 34.0                       | 67.1 | 49.9 |
| <i>Lepidonotothen nudifrons</i>      | 59.4                       | 27.0 | 3.4  | 60.0                       | 19.9 | 1.5  | 2.0                        | 0.6  | 0.0  |
| <i>Lepidonotothen larseni</i>        | 53.1                       | 32.3 | 88.4 | 40.0                       | 38.8 | 89.1 | 20.0                       | 16.6 | 38.6 |
| <i>Trematomus newnesi</i>            | 62.5                       | 12.7 | 1.8  |                            |      |      | 10.0                       | 5.1  | 8.3  |
| <i>Notothenia coriiceps</i>          | 3.1                        | 0.1  | 0.1  | 30.0                       | 3.5  | 4.5  |                            |      |      |
| <i>Notothenia rossii</i>             |                            |      |      | 10.0                       | 1.2  | 0.7  |                            |      |      |
| Notothenniidae no identificados      | 11.9                       | 11.9 |      | 10.0                       | 24.7 |      |                            |      |      |
| <b>Harpagiferidae</b>                |                            |      |      |                            |      |      |                            |      |      |
| <i>Harpagifer antarcticus</i>        | 9.4                        | 0.4  | 0.0  | 20.0                       | 2.3  | 0.2  |                            |      |      |
| <b>Myctophidae</b>                   |                            |      |      |                            |      |      |                            |      |      |
| <i>Protomyctophum normani</i>        |                            |      |      |                            |      |      | 2.0                        | 0.6  | 0.0  |
| <i>Electrona carlsbergi</i>          | 25.0                       | 3.1  | 0.1  |                            |      |      |                            |      |      |
| <i>Protomyctophum choriodon</i>      | 6.3                        | 0.3  | 0.0  | 10.0                       | 1.2  | 0.0  |                            |      |      |
| <b>Channichthyidae</b>               |                            |      |      |                            |      |      |                            |      |      |
| <i>Champscephalus gunnari</i>        | 12.5                       | 0.5  | 0.6  |                            |      |      |                            |      |      |
| <i>Chionodraco rastrispinosus</i>    | 3.1                        | 0.1  | 0.1  |                            |      |      |                            |      |      |
| <i>Neopagetopsis ionah</i>           | 3.1                        | 0.1  | 0.1  |                            |      |      |                            |      |      |
| <i>Pagetopsis maculatus</i>          | 3.1                        | 0.1  | 0.1  |                            |      |      |                            |      |      |
| <i>Pseudochaenichthys georgianus</i> | 3.1                        | 0.1  | 0.1  |                            |      |      |                            |      |      |
| <i>Cryodraco antarcticus</i>         |                            |      |      |                            |      |      | 6.0                        | 1.9  | 3.2  |
| Channichthyidae no identificados     |                            |      |      |                            |      |      | 8.0                        | 2.6  |      |
| No identificados                     | 12.5                       | 0.9  |      | 10.0                       | 1.2  |      | 34.0                       | 28.1 |      |

<sup>1</sup>N = Numero de contenidos estomacales.

fue una presa frecuente, alcanzando en la dieta valores de ocurrencia del 80% (Coria *et al.* 2000). Otros crustáceos en la dieta, tales como anfípodos e isópodos, fueron poco frecuentes y su aporte en biomasa fue muy bajo (menor al 0.1%). La ingesta de este tipo de presas podría considerarse accidental y/o atribuirse a ingesta secundaria si se tiene en cuenta que estos crustáceos han sido comúnmente reportados en la dieta de peces nototénidos en Antártida (Casaux *et al.* 1990). El peso promedio de los contenidos estomacales fue diferente entre los tres años de muestreo y mayor al observado en los años previos

(Coria *et al.* 2000) a este estudio y al reportado para otras regiones (Adams & Klages 1989, Ridoux 1994). El estudio de la dieta durante la estación post-reproductiva a lo largo de temporadas sucesivas reveló diferencias significativas en el tamaño y biomasa de algunas especies de peces consumidos. Este tipo de variaciones también se ha encontrado para otras especies de pingüinos cuyas dietas fueron analizadas durante temporadas sucesivas (Croxall *et al.* 1988, Olsson & North 1997, Croxall *et al.* 1999, Hull 1999). Generalmente se postula que las poblaciones de Pingüinos Papua ubicadas al sur de la Convergencia

TABLA 3. Largo total promedio (LT), desvío estándar (DS) y rango de las tallas (en centímetros) de las especies de peces hallados en los contenidos estomacales de Pingüinos Papua.

|                                   | 1997 (N <sup>1</sup> = 38) |                      | 1998 (N <sup>1</sup> = 15) |                           | 1999 (N <sup>1</sup> = 50) |                           |            |       |           |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|------------|-------|-----------|
|                                   | LT                         | DS (n <sup>2</sup> ) | Rango                      | LT ± DS (n <sup>2</sup> ) | Rango                      | LT ± DS (n <sup>2</sup> ) | Rango      |       |           |
| <b>Notothenidae</b>               |                            |                      |                            |                           |                            |                           |            |       |           |
| <i>Gobionotothen gibberifrons</i> | 24.5 ± 5.9                 | (25)                 | 8.7–33.3                   | 15.1 ± 9.8                | (6)                        | 7.0–30.3                  | 17.5 ± 9.2 | (105) | 6.0–38.7  |
| <i>Lepidonotothen nudifrons</i>   | 8.9 ± 2.6                  | (202)                | 5.2–18.8                   | 9.3 ± 1.2                 | (17)                       | 6.6–11.1                  |            |       |           |
| <i>Lepidonotothen larseni</i>     | 10.0 ± 2.8                 | (244)                | 6.5–20.3                   | 11.7 ± 1.9                | (33)                       | 8.9–18.3                  | 10.8 ± 2.3 | (26)  | 7.6–16.4  |
| <i>Nototbenia coriiceps</i>       |                            |                      |                            | 23.0 ± 19.1               |                            | 21.2–25.0                 |            |       |           |
| <i>Trematomus newnesi</i>         | 8.4 ± 0.7                  | (95)                 | 7.1–10.6                   |                           |                            |                           | 8.6 ± 2.4  | (8)   | 4.1–11.7  |
| <b>Harpagiferidae</b>             |                            |                      |                            |                           |                            |                           |            |       |           |
| <i>Harpagifer antarcticus</i>     | 7.4 ± 1.3                  | (3)                  | 6.0–8.6                    | 10.7 ± 0.3                | (2)                        | 10.5–10.9                 |            |       |           |
| <b>Myctophidae</b>                |                            |                      |                            |                           |                            |                           |            |       |           |
| <i>Protomyctophum choriodon</i>   | 5.0 ± 0.5                  | (2)                  | 4.6–5.3                    |                           |                            |                           |            |       |           |
| <b>Channichthyidae</b>            |                            |                      |                            |                           |                            |                           |            |       |           |
| <i>Champsocephalus gunnari</i>    | 26.1 ± 3.6                 | (4)                  | 21.8–30.5                  |                           |                            |                           |            |       |           |
| <i>Cryodraco antarcticus</i>      |                            |                      |                            |                           |                            |                           | 31.6 ± 5.2 | (3)   | 25.8–35.8 |

<sup>1</sup>N = Numero de contenidos estomacales.

<sup>2</sup>n = Numero de presas medidas.

Antártica se alimentan principalmente de krill, mientras que aquellos que se encuentran hacia el norte incorporan más peces, crustáceos, pequeñas cantidades de cefalópodos y poliquetos en sus dietas (Martínez 1992). Así es como en aquellas poblaciones más australes el 85% de la dieta en biomasa es aportada por crustáceos y el resto por peces; en las localizadas en aguas cercanas a la Convergencia los crustáceos aportan el 68% y los peces constituyen el resto, mientras que en las poblaciones ubicadas al norte de la Convergencia, los peces predominan sobre los crustáceos aportando el 70% a la biomasa de la dieta (Croxall & Lishman 1987). La composición general de la dieta del Pingüino Papua observada durante los tres años de este estudio mostró valores cercanos a los reportados por otros estudios realizados en zonas de la Convergencia Antártica y al sur de la misma.

El krill forma parte de la dieta de varias especies de pingüinos: Pingüino de Barbijo (*Pygoscelis antarctica*), Pingüino Adelia y Pingüino Papua (Volkman *et al.* 1980, Lishman & Croxall 1983, Trivelpiece *et al.* 1983, Lishman 1985, Coria *et al.* 1995); Pingüino Real (*Eudyptes schlegelii*), Pingüino de Penacho Amarillo (*E. chrysocome*) (Hull 1999) y Pingüino de Frente Amarilla (*Eudyptes chrysolophus*) (Croxall *et al.* 1999). Entre las aves voladoras, una importante proporción de *Euphausia superba* (> 30%) también ha sido encontrada en la dieta del Petrel Damero (*Daption capense*) de las Islas Orcadas del Sur (Coria *et al.* 1997). Otras especies, como la Gaviota Cocinera (*Larus dominicanus*) o el Gaviotín Antártico (*Sterna vittata*), también pueden ser consumidores de krill, aunque muestran grandes fluctuaciones diarias o estacionales (Favero 1995, Silva *et al.* 2001).

Al igual que en la dieta de los Pingüinos Papua, los peces pertenecientes a la familia Notothenidae fueron los más abundantes en la dieta de los cormoranes. Las tallas promedio de dos de las especies de nototénidos

(*Lepidonotothen nudifrons* y *Trematomus newnesi*) hallados en los contenidos estomacales de Pingüinos Papua resultaron similares a las obtenidas en estudios de dieta de los Cormoranes Antárticos de las islas Orcadas (*Phalacrocorax georgianus*) (Casaux *et al.* 1997) y de las Islas Shetland del Sur (Casaux *et al.* 1998, Favero *et al.* 1998).

En los mares australes los mamíferos marinos también son importantes consumidores de krill y peces. El lobo de dos pelos (*Arctocephalus gazella*) es una de las especies más abundante tanto en la temporada reproductiva como en la post-reproductiva. Actualmente la población total supera los 3 millones en las Islas Georgias del Sur (CCAMLR 1997), siendo también muy abundante en las Orcadas del Sur. El análisis de las presas de estos pinnípedos en Isla Laurie indicó una dieta compuesta principalmente por krill (en el 100% de las muestras), aunque los peces (79%) y los cefalópodos (34%) también fueron presas importantes. A diferencia de lo observado en la dieta del Pingüino Papua, los mictófidos pelágicos dominaron en la dieta de estos mamíferos, mientras que la presencia de nototénidos y chaenichtidos es poco importante (Daneri & Coria 1992, 1993). Las tallas promedio de krill consumidas por *Arctocephalus gazella* en Islas Georgias del Sur (Reid *et al.* 1999) son similares a las tallas promedio de krill consumidas por los Pingüinos Papua en este estudio.

Los programas internacionales que tienen como objetivo detectar cambios en el ecosistema han propuesto diferentes métodos para reflejar las interacciones entre las pesquerías y los predadores naturales. En el caso del krill, si bien el grado de correlación entre su distribución y las aves marinas es de fundamental interés en el entendimiento de la dinámica predador-presa en el ecosistema antártico, también lo es para la conservación y el manejo de las especies involucradas. Aún no se cuenta con datos correspondientes a las

Islas Orcadas que reflejen adecuadamente la dieta durante el período reproductivo y su variación a lo largo del tiempo. Desafortunadamente, tampoco existen datos de pesquerías correspondientes al período y sitio de muestre que permitan realizar comparaciones entre las tallas capturadas por las pesquerías y las tallas consumidas por estos predadores.

En este trabajo la importancia del recurso krill a lo largo de temporadas sucesivas de muestreo sobre la dieta post-reproductiva del Pingüino Papua presentó variaciones poco significativas. Por el contrario, la importancia de los peces fluctuó significativamente a lo largo del tiempo, resultando ser un recurso más impredecible. La variación de los peces en la dieta pudo deberse a que este recurso sea espacio-temporalmente más impredecible en comparación al krill. En otras zonas de la Antártida, y principalmente Subantártida, la dieta durante el período reproductivo se encuentra en la mayoría de los casos compuesta principalmente por peces, diferencias que podrían ser atribuidas a la variación local de la disponibilidad de recursos o a la selección de determinado tipo de presas durante la crianza de los pichones.

## AGRADECIMIENTOS

Al personal científico y técnico del Instituto Antártico Argentino que participo durante las campañas de 1997, 1998 y 1999. A Ricardo "Pipo" Casaux por su colaboración en la identificación de otolitos. Subsidio 15-E/117 de la Universidad Nacional de Mar del Plata. En especial a los dos revisores anónimos por las útiles sugerencias realizadas acerca del manuscrito.

## REFERENCIAS

- Adams, N. J., & N. T. Klages. 1989. Temporal variation in the diet of the Gentoo Penguin *Pygoscelis papua* at sub-Antarctic Marion Island. *Col. Waterbirds* 12: 30–36.
- Bost, C. A., & P. Jouventin. 1990. Evolutionary ecology of Gentoo Penguins (*Pygoscelis papua*). Pp. 85–112 in Davis, L. C., & J. T. Darby (eds.). *Penguin biology*. Academic Press, San Diego, California.
- Casaux, R., N. R. Coria, & E. Barrera Oro. 1997. Fish in the diet of the Antarctic Shag *Phalacrocorax bransfieldensis* at Laurie Island, South Orkney Islands. *Polar Biol.* 18: 219–222.
- Casaux, R. 1998. Recent studies on the Antarctic Shag *Phalacrocorax bransfieldensis* and the status of their breeding populations at some colonies located at the South Orkney and South Shetland Islands and the Antarctic Peninsula. SCAR-BBS Doc. 19, Scientific Committee on Antarctic Research XXV, Concepción, Chile.
- Casaux, R., A. Mazzotta, & E. Barrera-Oro. 1990. Seasonal aspects of the biology and diet of some nearshore nototheniid fish at Potter Cove, South Shetland Islands, Antarctica. *Polar Biol.* 11: 63–72.
- Casaux, R. J., E. R. Barrera-Oro, M. Favero, & P. Silva. 1998. New correction factors for the quantification of fish represented in pellets of the Imperial Cormorant *Phalacrocorax atriceps*. *Mar. Ornithol.* 26: 35–39.
- CCAMLR 1997. Métodos estándar de la CCRVMA. 1º Parte, Sección 1. A8 (v5). Hobart, Australia.
- Clarke M. R. 1986. *A handbook for the identification of Cephalopod beaks*. Clarendon Press, Oxford.
- Coria, N. R., G. E. Soave, & D. Montalti. 1997. Diet of Cape Petrel *Daption capense* during the post-hatching period at Laurie Island, South Orkney Islands, Antarctica. *Polar Biol.* 18: 236–239.
- Coria, N. R., H. Spairani, S. Vivequin, & R. Fontana. 1995. Diet of Adelie penguins *Pygoscelis adeliae* during the post-hatching period at Esperanza Bay, Antarctica, 1987/88. *Polar Biol.* 15: 415–418.
- Coria, N. R., M. Libertelli, R. Casaux, & C. Darricou. 2000. Inter-annual variation in the autumn diet of the Gentoo Penguin *Pygoscelis papua* at Laurie Island, Antarctica. *Waterbirds* 23: 511–517.
- Croxall, J. P., & P. A. Prince. 1980. The food of



- Gentoo Penguin *Pygoscelis papua* and Macaroni Penguin *Endiptes chrysolophus* at South Georgia. *Ibis* 122: 245–253.
- Croxall, J. P., & G. S. Lishman. 1987. The food and feeding ecology of penguins. Pp. 101–133 in Croxall, J. P. (ed.). *Seabirds, feeding ecology and role in marine ecosystems*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- Croxall, J. P., & P. A. Prince. 1987. Seabirds as predators on marine resources, especially krill, at South Georgia. Pp. 347–368 in Croxall, J. P. (ed.). *Seabirds, feeding ecology and role in marine ecosystems*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, United Kingdom.
- Croxall, J. P., K. Reid, & P. A. Prince. 1999. Diet, provisioning and productivity responses of marine predators to differences in availability of Antarctic krill. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 177: 115–131.
- Croxall, J. P., T. S. McCann, P. A. Prince, & P. Rothery. 1988. Reproductive performance of seabirds and seals at South Georgia and Signy Island, South Orkney Island, 1976–1987: Implications for southern ocean monitoring studies. Springer Verlag, Berlin.
- Daneri, G. A., & N. R. 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.
- Daneri, G. A., & N. R. Coria. 1993. Fish prey of Antarctic fur seals, *Arctocephalus gazella*, during the summer-autumn period at Laurie Island, South Orkney Islands. *Polar Biol.* 13: 287–289.
- Favero, M. 1995. Antarctic Tern *Sterna vittata* feeding on stranded krill at King George Island, South Shetland Islands, Antarctica. *Mar. Ornithol.* 23: 159–160.
- Favero, M., R. Casaux, M. P. Silva, E. Barrera-Oro, & N. Coria. 1998. The diet of the Antarctic Shag during summer at Nelson Island, Antarctica. *Condor* 100: 112–18.
- Grann, K., & V. Wong. 1992. The diet of Gentoo Penguins *Pygoscelis papua* in early winter at Heard Island. *Corella* 16: 129–132.
- Hecht, T. 1987. A guide to the otoliths of southern ocean fishes. *S. Afr. J. Antarct. Res.* 17: 1–87.
- Hill, H. J. 1990. A new method for the measurement of Antarctic krill *Euphausia superba* Dana from predator food samples. *Polar Biol.* 10: 317–320.
- Hull, C. L. 1999. Comparison of the diets of breeding Royal (*Endiptes schlegeli*) and Rockhopper (*Endiptes chrysocome*) penguins on Macquarie Islands over three years. *J. Zool. (Lond.)* 247: 507–529.
- Jablonski, B. 1985. The diet of penguins on King George Island, South Shetland Island. *Acta Zool. Cracov.* 29: 117–186.
- Kato, A., T. D. Williams, T. R. Barton, & S. Rodwell. 1991. Short-term variation in the winter diet of Gentoo Penguins *Pygoscelis papua* at South Georgia during July 1989. *Mar. Ornithol.* 19: 31–38.
- Klages, N. T. W., D. Pemberton, & R. P. Gales. 1990. The diets of King and Gentoo penguins at Heard Island. *Aust. Wild. Res.* 17: 53–60.
- Lishman, G. S., & J. P. Croxall. 1983. Diving depths of the Chinstrap Penguin *Pygoscelis antarctica*. *Br. Antarct. Surv. Bull.* 61: 21–25.
- Lishman, G. S. 1985. The food and feeding ecology of Adélie Penguins (*Pygoscelis adeliae*) and Chinstrap Penguins (*P. antarctica*) at Signy Island, South Orkney Islands. *J. Zool. (Lond.)* 205: 245–263.
- Martínez, I. 1992. Family Spheniscidae (Pingüinos). Pp. 139–160 in del Hoyo, J., A. Elliot, & J. Sargatal (eds.). *Handbook of the birds of the world. Volume 1: Ostrich to ducks*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Olsson, O., & A. W. North. 1997. Diet of King Penguin *Aptenodytes patagonicus* during three summers at South Georgia. *Ibis* 139: 504–512.
- Reid, K. 1996. A guide to the use of otoliths in the study of predators at South Georgia. *British Antarctic Survey*, Cambridge, UK.
- Reid, K., J. L. Watkins, J. P. Croxall, & E. J. Murphy. 1999. Krill population dynamics at South Georgia 1991–1997, based on data from predators and nets. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 177: 103–114.
- Ridoux, V. 1994. The diets and dietary segregation of seabirds at the sub-antarctic Crozet Islands. *Mar. Ornithol.* 22: 1–192.
- Sieg, J., & J. W. Wägele. 1990. *Fauna der Antarktis*. Verlag Paul Parey, Berlin.
- Silva, M. P., M. Favero, S. Copello, & R. Bastida. 2001. Krill in the diet of Kelp Gulls (*Larus*

- dominicanus*) in Danco coast, Antarctic Peninsula. Mar. Ornithol. 28: 81–84.
- Trivelpiece, W. Z., S. G. Trivelpiece, N. J. Volkman, & S. H. Ware. 1983. Breeding and feeding ecologies of pygoscelid penguins. Antarct. J. U.S. 18: 209–210.
- Volkman, N. J., P. Presler, & W. Z. Trivelpiece. 1980. Diet of pygoscelid penguins at King George Island, Antarctica. Condor 82: 373–378.
- Williams, R., & A. McEldowney. 1990. A guide to the fish otoliths from waters off the Australian Antarctic Territory, Heard and Macquarie Islands. Antarctic Division, Department of the Arts, Sport, the Environment, Tourism and Territories, Kingston, Australia.
- Williams, T. D. 1991. Foraging ecology and diet of Gentoo Penguins *Pygoscelis papua* at South Georgia during the winter and assessment of their winter prey consumption. Ibis 133: 3–13.
- Williams, T. D. 1995. The penguins Spheniscidae. University Press, Oxford.
- Wilson, R. P. 1984. An improved stomach pump for penguins and other seabirds. J. Field Ornithol. 55: 109–112.