

HABITOS ALIMENTARIOS DEL CORMORAN ANTARTICO, *Phalacrocorax atriceps bransfieldensis* (MURPHY) EN ISLA GREEN, ANTARTICA.

Roberto P. Schlatter * y Carlos A. Moreno **

ABSTRACT

The diet of the Blue-eyed Shag, (*Phalacrocorax atriceps bransfieldensis*) was studied based upon remains and pellets ejected by that species' colony at Green Island, Antarctic Peninsula. This cormorant consumes preferably juvenile *Notothenid* fishes and *Cephalopoda*, minor food items were pelagic and benthic-littoral *Crustaceans*. The advantage and disadvantage of pellets for food habit studies, the presence of stones in those castings and the role plus trophic relations of the Blue-eyed Shag in the antarctic marine ecosystem are discussed.

INTRODUCCION

Las cadenas alimentarias pelágicas antárticas son bien conocidas, sin embargo muy poco se sabe de las cadenas que integran los peces y cefalópodos (Knox, 1970) Este hecho puede ser extendido a las aves costeras, entre las cuales se encuentra el cormorán antártico (Cormorán imperial o de párpados azules) *Phalacrocorax atriceps bransfieldensis* (Murphy).

La información existente sobre la alimentación de esta especie señala que su alimento principal son los peces, complementando su dieta con Eufáusidos y otros crustáceos (Voous, 1965; Carrick e Ingham, 1967; Watson et al, 1971). Conroy y Twelves (1972) señalan específicamente a *Notothenia neglecta* Nybelin en el contenido gástrico de *P. atriceps*; este registro y el de Tomo (1970), quien la ubica como predador de *Trematomus newnesi* Boulanger, son los

* Universidad Austral de Chile, Instituto de Zoología, Casilla 567, Valdivia.

** Universidad Austral de Chile, Instituto de Ecología, Casilla 567, Valdivia.

únicos que señalan a nivel específico los organismos presas del Cormorán imperial.

Este panorama relativamente incompleto sobre el papel trófico del Cormorán antártico, estimuló a los autores a complementar la información preexistente e intentar establecer la situación de esta especie en la trama trófica del litoral antártico. Para ello se ha estudiado su dieta sobre la base de regurgitados recolectados en el Area Especialmente Protegida de Isla Green (Nº 9, según Icsu, 1972).

El estudio de regurgitados (o bolos residuales) no entrega una visión completamente exacta de todos los ítem que conforman la dieta del cormorán, ya que sólo conserva restos no digeridos del alimento (cristalinos, otolitos, partes de caparzones, escamas, ojos, etc.). Pero ello presenta la gran ventaja conservacionista de prescindir de la caza, captura o manipulación de las aves; acciones que pueden alterar la vida normal de una población, especialmente en aves que nidifican en colonias como es el presente caso. Los regurgitados se recolectaron en tanto se gestaba una reevaluación de los antecedentes biológicos y geológicos de Areas Especialmente Protegidas del sector antártico chileno.

En suma, el propósito de este trabajo es informar sobre la dieta del Cormorán antártico que anida en la Isla Green, Antártica, comentar y establecer tentativamente la posición de esta especie en la trama trófica litoral, empleando para ello un método en concordancia con la finalidad de las áreas especialmente protegidas.

MATERIALES Y METODOS

Los regurgitados o bolos residuales fueron colectados el 19 de Diciembre de 1973 en Isla Green (65º20' S y 64º10' W) durante la XXVIII Expedición Antártica Chilena.

La Isla se alcanzó en helicóptero desde el Buque AP "Piloto Pardo", posándose éste cerca de la costa y bastante alejado de toda agrupación de aves. Durante la visita se recorrió a pie todas las partes libres de nieve. Al recorrer los alrededores de la colonia de Cormoranes antárticos se pudo observar restos de peces y de cefalópodos, además de otros restos, redondeados y/o irregulares, que más tarde se reconocieron como bolos residuales. Estos restos fueron recolectados, pero sólo 64 se conservaron intactos. Los regurgitados se fijaron en formalina al 10%. Los cefalópodos fueron identificados por el Dr. Gilbert Voous y los peces por uno de nosotros (C.M.).

A cada bolo residual se le determinó el peso húmedo y luego de secados por tres días a 60º C se obtuvo el peso seco. Bajo una lupa estereoscópica se procedió a contar, separar e identificar los restos.

Para futuras investigaciones de este tipo, se recomienda sólo humedecer en formalina los regurgitados en terreno, envolver cada

uno en papel absorbente y transportarlos en un recipiente de boca ancha y resistente.

RESULTADOS.

1.— Antecedentes ecológicos de Isla Green.

La Colonia de cormoranes antárticos se ubica en el sector NW de la isla, sobre un sollevamiento rocoso leve, cuya pendiente vertical alcanzaba a 70°; la isla no tiene más de 30 m s.n.m. En el momento de la visita se censaron 112 cormoranes en la colonia y alrededores cercanos. A pesar de la corta visita, se alcanzó a apreciar que la mayoría de las parejas poseía polluelos (hasta tres por nido) aún no volantones y eran pocas las que aún incubaban huevos.

La superficie libre de nieve no sobrepasó a un quinto del total de la isla, su sector expuesto al NW era el más descubierto. Un 50% de dicho sector correspondió a rocas ocupadas en parte por la colonia de cormoranes y el otro 50% corresponde a musgos, principalmente **Polytrichum juniperum** (det. C. Pizarro) y otros que pueden haber correspondido al género **Dicranum** o **Campylopus**. El musgo en su mayoría no alcanzaba a una profundidad de 2 m. como se cita en manual de Scar (Icsu, 1972: 108). Se constató además, la presencia de manchones de **Deschampsia antarctica** en la parte superior y cerca de la colonia de Cormoranes.

Es interesante indicar que muchos de los nidos construidos cerca de zonas con musgos estaban fundamentalmente construidos con gran cantidad de ese vegetal, principalmente de la especie **Polytrichum juniperum**, observándose incluso la destrucción del césped de musgos por las aves con tal objeto. También se observaron restos de **Deschampsia antarctica** en nidos de cormoranes.

Otras aves observadas en el lugar fueron alrededor de 30 parejas de Salteador polar, **Catharacta maccormicki**, especie que sólo mostraba huevos en sus nidos que son construidos también con una gran cantidad de musgos adyacentes. Desde Isla Green hacia la Isla Mayor de las Berthelot, se observaron varios Gaviotines antárticos, **Sterna vittata**, dos ejemplares de Salteador pardo, **Catharacta skua lonnbergi**; y dos parejas de Gaviota dominicana, **Larus dominicanus**, todos sobrevolaban el área.

El mar, hacia el Norte y Oeste de la isla y hasta donde alcanzaba la vista en el horizonte, estaba cubierto prácticamente en su totalidad por bandejones de hielos y escombros de nieve.

2.— Restos de Peces, Cefalópodos y Crustáceos.

Entre los nidos de la colonia de cormoranes, además de los regurgitados se recolectaron algunos restos de peces, cefalópodos y crustáceos en diversos estados de desintegración. Estos pueden haber sido evacuados por adultos y/o rechazados por los críos. En el Cuadro 1 se

indican las especies encontradas en estos restos y el número de ejemplares encontrados. Por la proporción en éstos se puede adelantar ya, que los peces son capturados por los cormoranes con mayor frecuencia que otro grupo faunístico marino. Entre éstos predominan los *Nototheniidae* (9 ejemplares). El pez de mayor talla encontrado fue un ejemplar de *Trematomus hansonii* Boulanger, que midió 12,5 cm. de longitud total, 4,5 cm. de ancho máximo y 3 cm. de alto, estas dos últimas medidas tomadas a nivel cefálico-opercular. Aún cuando faltaba parte de la cola, dicho pez significó un volumen de 53 cc. y un peso de 56,5 gr. Por su tamaño se trata de un ejemplar juvenil. En el cuadro 1 se observa también, que esta especie de cormorán captura cefalópodos, probablemente *Pareledone turqueti* Joubin y crustáceos bento-litorales como *Glyptonotus antarcticus* (Eights) y pelágicos como *Euphausia superba* Dana.

CUADRO 1. RESTOS EVACUADOS POR EL CORMORAN ANTARTICO DE LA ISLA GREEN.

Restos	Nº de ejemplares
PECES	
<i>Notothenia cf. kempi</i>	3
<i>Notothenia sp.</i>	1
<i>Trematomus hansonii</i>	1
<i>Nototheniidae</i> indet.	4
<i>Chaenichthiidae</i> indet.	2
CEPHALOPODA	
<i>Pareledone turqueti</i>	3
CRUSTACEA	
<i>Euphausia superba</i>	1
<i>Glyptonotus antarcticus</i>	1

3.— Bolos residuales del Cormorán antártico.

Bolo residual o regurgitado se define aquí como: toda compactación de restos no digeribles de alimento consumido por un ave y que en vez de ser evacuado con otro material de desecho por vía cloacal, es expulsado por vía bucal (mod. de Knight, 1964).

El bolo residual del cormorán antártico posee una forma irregularmente elíptica; húmedo y fresco es de color grisáceo algo gelatinoso. En seco son de color grisáceo opaco. La membrana que rodea a los restos no digeribles es hialina y, por su estructura más o menos metamérica, está constituida en gran proporción por músculos digeridos de peces, intercalados con restos cartilagosos (corte histológico y com. personal de Dr. Mario Luengo).

Jordan (1959) al describir los bolos residuales de *Phalacrocorax bougainvillii*, indica que éstos están rodeados por una capa pseudo-

membranosa formada fundamentalmente por mucus denso, producto de secreciones de origen gástrico. También Rand (1960) describe a estos bolos residuales como vómitos embutidos en mucus.

A nuestro parecer mucus, aún denso, de por sí, no basta para dar consistencia e integridad a bolos residuales. La envoltura, más bien debe ser constituida por elementos de tejidos más resistentes, como es el caso de músculos de peces digeridos intercalados con cartílagos de esas presas.

La función de la membrana envolvente es aparentemente protectora, pues cubre completamente los restos óseos cortantes y punzante de peces, las mandíbulas de cefalópodos y las piedras. Al parecer su función es análoga a la masa de pelos, con lo que varias aves rapaces terrestres envuelven los restos óseos de sus presas.

Las características biométricas de los regurgitados estudiados se muestran en el Cuadro 2. Allí se observa que el peso seco de los bolos residuales posee menor desviación estandard que el peso húmedo. Por esta razón, las medidas que se entregan se obtuvieron a partir de regurgitados secos. Datos comparativos al respecto, para otras especies de cormoranes han sido entregados por Jordan (1959); *P. bougainvillii* posee bolos residuales de 3 a 5 g. de peso y con longitudes entre 50 y 100 mm, en el último caso bastante mayores a los de la especie de nuestro estudio.

CUADRO 2. PESOS Y MEDIDAS DE LOS BOLOS RESIDUALES DE CORMORAN ANTARTICO DE ISLA GREEN. (N = 64)

Parámetro Estadístico	Carácter biométrico				
	Peso húmedo	Peso seco	Largo+ (mm)	Ancho+ (mm)	Alto+ (mm)
Promedio	7.92	! 3.36	30.56	22.23	16.76
Rango	14.1-3.2	9.2-0.9	40-19	32-15	28- 9
Desviación Estandard	2.58	1.88	5.20	3.52	2.91
Error Estandard	.32	.23	.65	.44	.36

+ Bolos residuales secos; ! = (t= 11.43; G.L. 126; P → 0.001)

4.— Composición cuantitativa de los bolos residuales.

El número mínimo de especímenes de peces que han sido consumidos por *P. atriceps*, y cuyos restos forman parte del bolo residual, se puede estimar sobre la base del número de otolitos y/o cristalinos presentes. Cuando un pez es predado aporta dos cristalinos y dos otolitos (*Sagitta*), de tal manera que el número de ejemplares consumidos se obtiene dividiendo por dos a cada uno de estos restos. Si la cifra resultante es decimal se eleva al número entero superior. En nuestros resultados el número de peces, empleando ambos tipos de restos, no co-

incide en la mayoría de los casos, a pesar de existir correlación positiva entre ambas variables (Fig. 1). La regresión trazada no indica que la cantidad de peces determinados sobre la base de cristalinos es superior a los que se encontraron por el recuento de otolitos, pero es así, al trazar la recta $y = x$. Se puede observar además, que en general, al con-

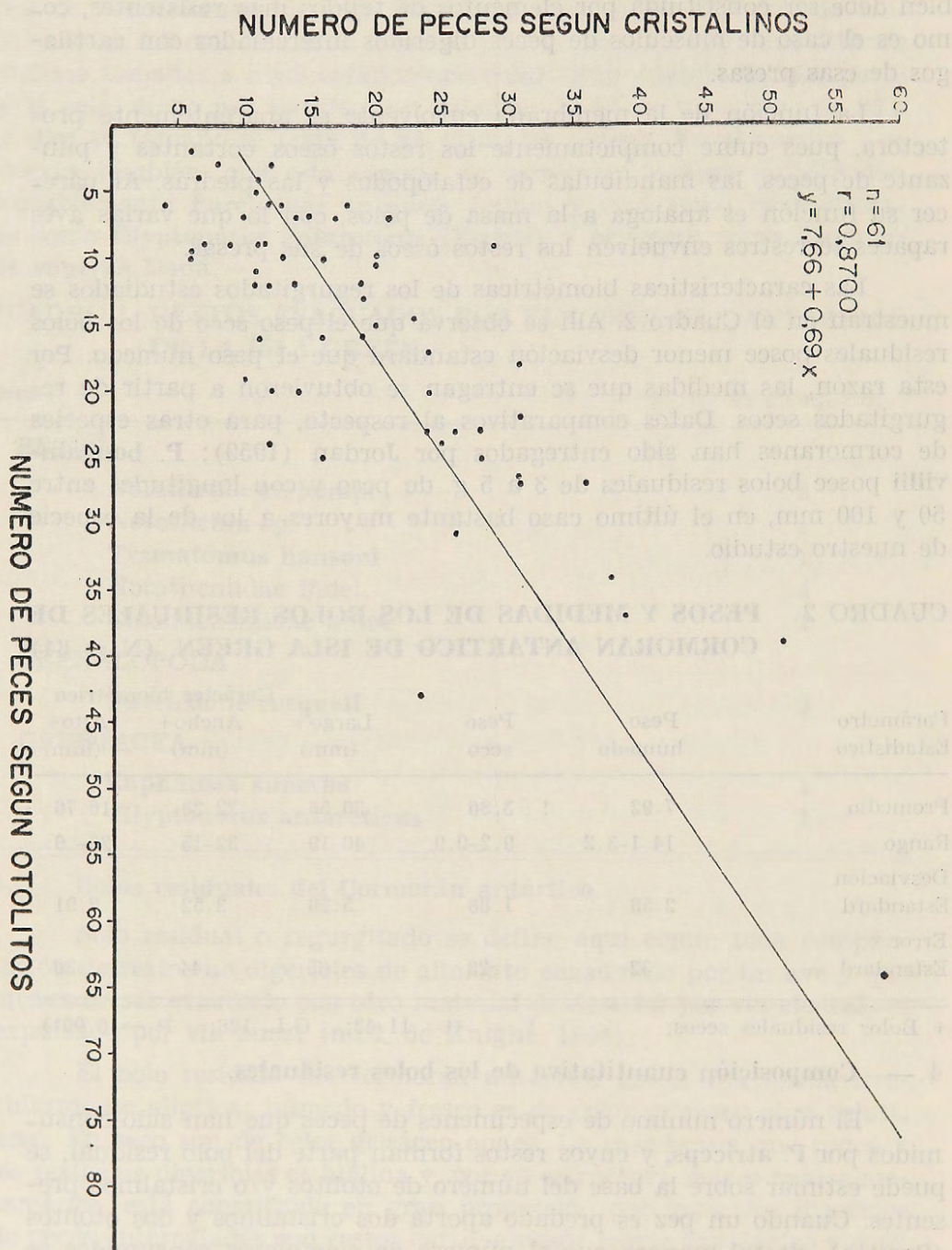


Fig. 1. Relación entre el número de peces determinados de acuerdo con la cantidad de otolitos y de cristalinos encontrados en bo- los residuales de cormorán antártico.

tarse pocos otolitos es mayor la cantidad de cristalinos, en cambio éstos, están menos representados al haber muchos otolitos (valores extremos). Esto evidencia que los cristalinos permanecen en promedio en mayor cantidad en los regurgitados y que la estimación del número de ejemplares consumidos a partir de este método, en términos generales, es más confiable. Excepcionalmente, sin embargo, el mayor número de ejemplares encontrados en un regurgitado fue superior contando otolitos, 170 especímenes (eq. = 85 peces), y en el mismo bolo residual los cristalinos sólo indicaron la presencia de 59 peces. Jordán (1959) al estudiar bolos residuales de *P. bougainvillii*, encontró por métodos experimentales que la recuperabilidad de cristalinos era prácticamente de un 95% en promedio, mientras que para los otolitos indica entre un 60 y 70%.

La posibilidad que el número de cristalinos se vea aumentado por la presencia de aquellos provenientes de los ojos de cefalópodos es remota, ya que por ejemplo en un regurgitado analizado, indicó 625 mandíbulas y ningún cristalino; por el contrario, cada vez que se encontró otolitos también habían cristalinos presentes.

La longitud máxima obtenida en un otolito alcanzó hasta cinco mm., siendo el promedio alrededor de 2-3 mm. Si comparamos estos tamaños con la relación longitud otolito v/s longitud total del cuerpo que encontró Hureau (1970) en *Notothenia cyanobrancha*, se deduce comparativamente que los otolitos encontrados en los regurgitados corresponden a peces juveniles de 1 a 3 años de vida, con longitudes totales entre 75 mm. y 125 mm. y pesos que fluctúan entre 100 a 150 g. Un crecimiento similar se observa según Everson (1970) en *N. coriiceps neglecta* una de las especies más abundantes en el litoral antártico (Bahamonde y Moreno, 1970). Estas magnitudes hacen pensar que resulta imposible que todos los peces encontrados en un solo bolo residual hayan sido consumidos de una sola vez. Parece probable que se junten restos de varias ingestas y entonces se expulsan de una vez en un bolo residual.

Los cefalópodos se estimaron por recuento del número de mandíbulas. Las mandíbulas de mayor tamaño corresponderían al género *Pareledone* y las menores al de *Bentheledone*. El mayor número de mandíbulas de *Pareledone* alcanzó a 10 (5 individuos) por regurgitado y el de *Bentheledone* a 625 (313 individuos). Aunque estos cefalópodos fuesen pequeños, como se presume del tamaño de las mandíbulas, parece imposible que ingieran tal cantidad de una vez, además lo hacen junto con otros ítem. Por esta razón, al igual que en caso de los peces, las mandíbulas se acumularían en los bolos residuales.

Al comparar la razón del consumo de peces y cefalópodos, los primeros son consumidos con mayor regularidad. Esto se comprueba al relacionar gráficamente la frecuencia acumulada de dichas presas con el número de restos de individuos presas en cada regurgitado (Fig. 2). Dicha figura señala que la curva de frecuencia acumulada para los

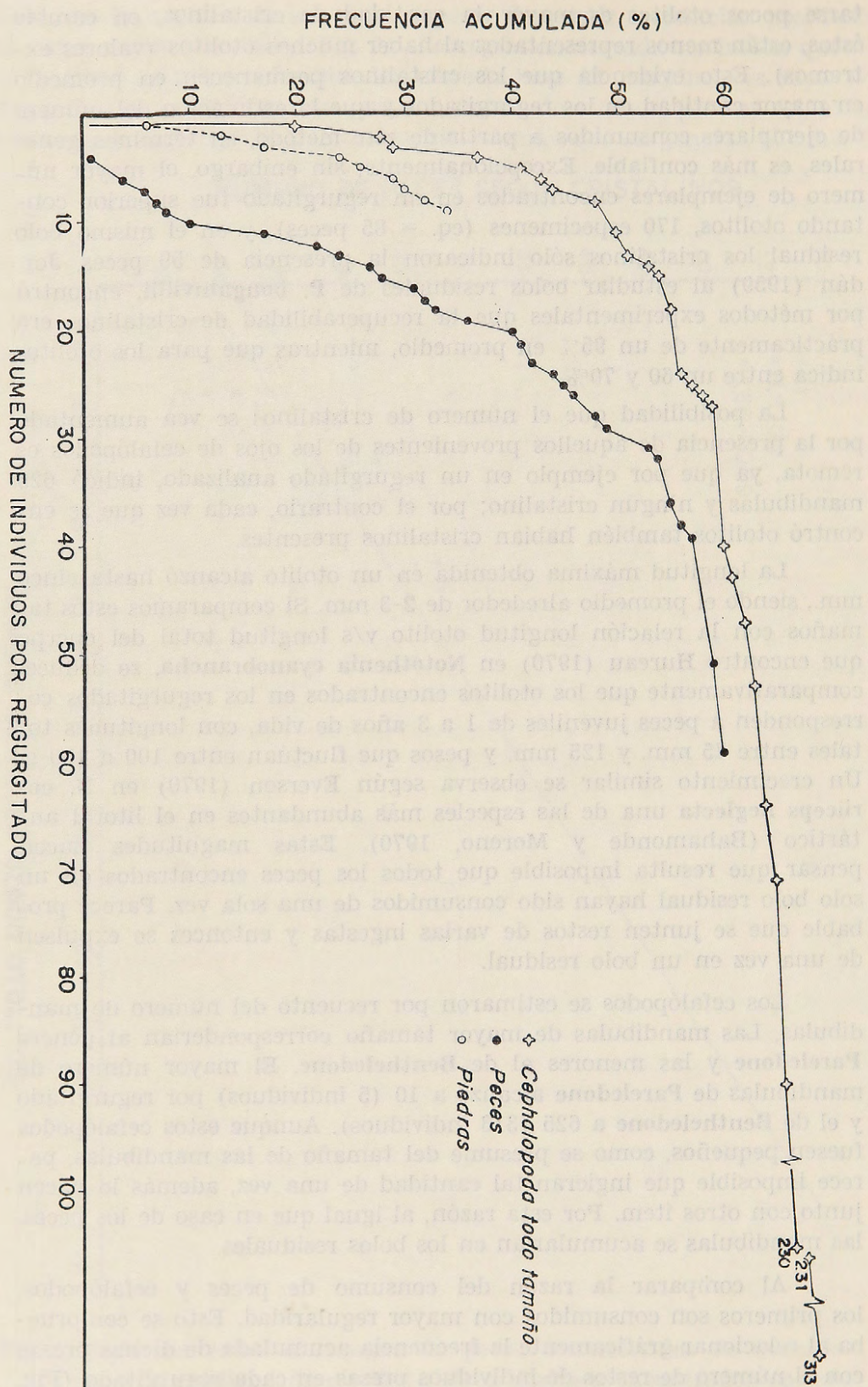


Fig. 2. Curvas de frecuencias acumuladas del consumo de presas y piedras mayores en relación con el número de individuos de esos ítem en cada regurgitado de cormorán antártico.

peces encontrados en regurgitados posee una mayor inclinación y está más alejada de la ordenada que en el caso de los cefalópodos. En este último caso el mayor número de cefalópodos se concentra en pocos regurgitados, registrándose los valores más extremos para este tipo de presa.

En la misma figura se indica que tragan piedras aunque con poco regularidad. El promedio de piedras por regurgitado fue de 2 a 4 unidades, el número máximo fue de 23 en un solo bolo residual. Se pudo observar, aunque sólo cuantitativamente, una relación inversa entre tamaño de las piedras y su número en los regurgitados. Piedras son frecuentes en estómagos de otras especies de cormoranes, tal es el caso de hallazgo de hasta 10 piedras en ese órgano para la especie **Phalacrocorax neglecta** y se reporta su presencia para **Phalacrocorax capensis** y **Phalacrocorax carbo sinensis**, todas especies de Sudáfrica (Rand, 1960).

La piedra mayor tenía un volumen de 3.6 cc. y un peso de 8.7 g. en nuestro estudio. A simple vista casi todas las piedras más grandes, parecieran ser del mismo material geológico, pero el análisis petrográfico indica 14 tipos de rocas minerales diferentes (Apéndice 1), 6 de los cuales corresponden a la familia de los granitos. Sólo 6 tipos de rocas minerales corresponden a tipos reconocidos para Isla Green (W. Covačevich, com. pers.). La mayoría de las piedras fueron desintegradas de alguna manera, debido a sus características coluviales. Algunas de ellas (especialmente feldspatos) estaban descompuestos probablemente por la acción de ácidos estomacales (com. pers., A. Subiabre).

En los bolos residuales se pudo constatar además la presencia de crustáceos, entre ellos se pudo identificar en tres regurgitados a un anfípodo común del sublitoral rocoso antártico: **Paraceradocus miersii**. En dos de los cuales había un solo ejemplar y en uno había dos.

5. Frecuencia de ítem en los bolos residuales.

En los regurgitados analizados, los peces constituyen el ítem más frecuente (Cuadro 3), se encontraron como ítem exclusivo en 10 regurgitados (15,6%) y estuvieron presente en 63 (98,4%). Generalmente en los regurgitados que contenían peces se encontró además algunos invertebrados que constituyen su alimento (ej. **Eatoniella** sp., **Serolis** sp., **Yoldia** sp. y algas bastante desmenuzadas, que por su pequeño tamaño difícilmente pudieran ser ingeridos directamente por el cormorán antártico. Junto a ellos se observaron gran cantidad de pequeñas piedrecillas, provenientes tal vez del estómago de los peces y por el deterioro de las piedras mayores.

Siguen a los peces, en frecuencia, los cefalópodos (86%) y entre éstos fueron más frecuentes las mandíbulas pequeñas (posiblemente género **Bentheledone**). En un solo caso se observó un regurgitado que

contenía únicamente restos de cefalópodos. Cada vez que se encontraron cefalópodos se hallaron además restos de crustáceos zooplanctónicos, lo cual indicaría que probablemente sea éste el alimento preferente de los pequeños pulpos.

En forma cualitativa se observó una correlación entre el número de mandíbulas pequeñas y la cantidad de restos de crustáceos zooplanctónicos.

Las piedras de mayor tamaño, ingeridas sin lugar a duda directamente por los Cormoranes, se registraron en un 60.9% del total de los regurgitados analizados.

Restos de algas se observaron sólo en 7 (10.9%) regurgitados de un total de 64; podrían provenir del estómago de algún pez o tal vez haber sido ingeridas, en forma fortuita, al capturar alguna presa animal.

CUADRO 3. FRECUENCIA DE ITEM EN 64 BOLOS RESIDUALES DE CORMORAN ANTARTICO DE ISLA GREEN, ANTARTICA.

Item	Nº Regurgitados	% de frecuencia
Peces (cristalinos)	63	98.4
Sólo peces	10	15.6
Cefalópodos (mandíbulas de todo tamaño)	55	86.0
Cefalópodos (mandíbulas grandes)	15	23.4 (27.3*)
Cefalópodos (mandíbulas pequeñas)	54	84.4 (98.2*)
Sólo Cefalópodos	1	1.5
Crustáceos (<i>Paraceradocus</i>)	3	4.7
Algas	7	10.9
Piedras (todo tamaño)	64	100
Piedras (mayores, ingesta cormorán)	39	60.9
Piedras (menores, Prob. ingesta peces)	64	100

DISCUSION

La estimación cuantitativa de peces y cefalópodos consumidos por Cormorán antártico, a partir de los restos que permanecen en bolos residuales, resulta problemática. Especialmente porque los restos

* Porcentaje referido al total de mandíbulas todo tamaño.

parecen ser acumulados en varias ingestas. Bahamonde (1955) estudió la alimentación de tres especies de cormoranes en el Seno de Reloncaví (Chile) en base a contenidos gástricos. Encontró en un ejemplar de *P. atriceps atriceps* hasta 5 ejemplares de peces teleósteos de 13 aves examinadas, al mismo tiempo encontró en otro ejemplar 298 otolitos de peces (eq. a 149 peces). Este hecho señala que la capacidad de ingestión en los cormoranes es limitada y que los restos de peces y otros organismos se acumulan durante varias ingestas. Mayor evidencia al respecto se puede encontrar en base a datos entregados por Jordan (1959), quien contó hasta un máximo de 403 cristalinos (202 peces) en un bolo residual de *Phalacrocorax bougainvillii*, sin embargo el número máximo de peces (anchovetas) registrados en un estómago de esa especie ha sido 76 con longitudes entre 10 y 13 cm. (Murphy, 1925 fide Jordan, 1959). El máximo número de peces encontrados en un estómago de *Phalacrocorax capensis* (Rand, 1960) ha sido de 105 peces, pero con un peso total de 145 g., lo que indica que eran de ese tamaño.

Jordan (1959) no pudo explicar el por qué el promedio de peces calculados sobre base de cristalinos en bolos residuales era mayor al de peces constatados en estómagos. La explicación estaría en que cristalinos y otolitos tienden a acumularse sobre la base de varias ingestas. Si se sabe que cormoranes tienen dos salidas alimentarias al día, ocasionalmente tres (Rand, 1960), y que las evacuaciones de bolos residuales y otros se concentra en las mañanas antes de que las aves salgan a tomar su primera alimentación (Jordan, 1959), entonces es muy posible que los cristalinos y otolitos de los peces consumidos en esas salidas sean regurgitados en un solo bolo residual a la mañana siguiente. Esto falsea la interpretación real de peces consumidos en una sola salida alimentaria.

La determinación cuantitativa de los peces, a partir de restos depositados en bolos residuales, puede realizarse mediante el conteo de cristalinos y otolitos. Sin embargo en nuestros resultados las cifras no coinciden y la regresión trazada entre ambas cantidades señala una permanencia mayor de cristalinos que otolitos (Fig. 1.). Esta mayor cantidad promedio de cristalinos en los regurgitados podría deberse a que los otolitos sean más frágiles y se destruyan con más facilidad; estos últimos además poseen un menor peso relativo (al igual que mandíbulas pequeñas de cefalópodos) y probablemente sea esto causa de un comportamiento diferente durante su aglomeración en regurgitados. Existe también la posibilidad que estén sumados a los cristalinos de peces, aquellos provenientes de cefalópodos; sin embargo hemos descartado esta probabilidad, dado a que cuando se encontró exclusivamente restos de cefalópodos no se hallaron cristalinos o su representación fue muy baja. Por estas razones la determinación del número de peces consumidos parece ser más confiable a partir de los cristalinos, conclusión a la que llegó también Jordan (1959). A partir de los otolitos se puede obtener otras informaciones de interés en los estudios de

las relaciones trópicas de los cormoranes, por ejemplo la edad promedio de los peces capturados y su identificación a nivel específico.

Otros aspectos intrigantes en los regurgitados analizados es la presencia de piedras de diferentes tamaños. Las piedras mayores al parecer fueron tragadas directamente por los cormoranes, ya que en sus presas ícticas difícilmente se registran piedras mayores que unos pocos mm. Van Tets (1968) observó el consumo de piedras en un ejemplar de *Phalacrocorax fuscescens* de Tasmania, proponiendo que esa actividad podría ser una adaptación conductual tendiente a reducir aún más la flotabilidad de estas aves. Es probable que las piedras tengan también una función análoga al "grit" de las galliformes y otras aves, pero también podría suceder que a ingestión de piedras tenga relación con la evacuación del regurgitado. En efecto, al parecer las piedras proporcionan consistencia y peso al regurgitado para que las paredes epiteliomusculares tengan un punto de apoyo para el avance del regurgitado hacia la boca. Los cormoranes regurgitan a sus polluelos de preferencia peces relativamente enteros (Kortlandt 1940:437; Snow, 1963: 171) y otras presas que por su consistencia y tamaño pueden ser evacuados con facilidad, en cambio los regurgitados húmedos no poseen un volumen mayor de 14.7 cc. que es el valor extremo de los 64 analizados en este estudio.

De ahí entonces que para evacuar los restos de huesos, cristalinos, mandíbulas, etc., en general estructuras de poco volumen y peso, deban ingerir piedras para aumentarlos. ¿De qué otra manera se puede explicar la ingesta de piedras, si estas son eliminadas después en regurgitados? El bolo residual conformado de esa forma (restos más piedras) podría causar lesiones durante su evacuación, así que es recubierto por una envoltura hialina y gelatinosa con fines de protección.

No todos los regurgitados presentaron piedras mayores (sólo el 60,9%, Cuadro 3), lo que no apoyaría la hipótesis de reducir la flotabilidad como lo señalara Van Tets (1968). Si así lo fuera, todos los regurgitados deberían presentar piedras, y estar presentes con mayor regularidad que lo señalado en figura 2 y página 11, ya que todo cormorán trataría de ingerir piedras para tener esa ventaja en el buceo. La presencia de piedras mayores en bolos residuales, en cambio, sí apoyaría la presente hipótesis, pues sólo existen en aquellos regurgitados que probablemente tuvieron que ser eyectados en forma oportuna; de allí la presencia de piedras sólo para un poco más de la mitad de los regurgitados analizados en este estudio.

La eliminación de bolos residuales por cormoranes antárticos debe ser oportuna, ya que las aves deben estar con el estómago vacío para poder consumir nuevamente presas. Estas últimas no están disponibles en abundancia y en forma permanente en el sector de estudio, ya que además de las características ecológicas de las presas, la posibilidad de buceo puede verse impedida por desplazamientos imprevisibles de bandejonas y escombros de hielo (véase pp. 5). De allí que la eyec-

ción oportuna de bolos residuales posea un gran valor de sobrevivencia para esta especie de cormorán; la ingesta de piedras probablemente contribuye a esa oportuna eyección.

En otras aves antárticas también se ha observado esta ingestión de piedras, por ej. en el Salteador polar, **Catharacta maccormicki** (Schlatter, en preparación), donde las piedras de diversos volúmenes y pesos son recubiertos por plumas de pingüinos. Debido a que plumas sueltas de pingüinos son livianas, y húmedas representan poco volumen, skuas ingieren piedras para darle volumen, peso y consistencia a los regurgitados y así poderlos eliminar en forma oportuna. Estos aspectos de la etología alimentaria de aves que regurgitan restos no digeribles permanece aún en niveles hipotéticos, de ahí que parece necesario que los ornitólogos estudien con mayor detalle estos aspectos.

A pesar de las limitaciones del método, es evidente que los cormoranes de Isla Green se alimenten fundamentalmente de Peces y Cefalópodos. Los primeros son consumidos con más regularidad que los segundos, pero estos últimos se ingieren a veces en cantidades más apreciables. Posiblemente los peces más predados corresponden a especies de **Notothenia** y **Trematomus**, especialmente individuos juveniles no mayores de 4 ó 5 años; peces de contenido encontrados en la subespecie sudamericana **P. atriceps atriceps** también eran individuos juveniles de **Genypterus** sp. y **Notothenia** sp., Bahamonde (1955). Al respecto Everson (1970) señala que una de las mayores causas de mortalidad natural de los juveniles de **Notothenia coriiceps neglecta** en la Isla Signy es la predación que de ellos hacen los Cormoranes antárticos, **P. atriceps bransfieldensis**. Esto ha sido posteriormente confirmado al encontrar un ejemplar de esa especie de pez en el estómago de un Cormorán antártico (Conroy y Twelves, 1972).

Son varios los autores que coinciden en atribuirles hábitos pelágicos a los juveniles de *Notothenidae*, en cambio los adultos son mayoritariamente bentófagos. Los hábitos tróficos de los juveniles son aún casi desconocidos, sólo se conoce que se alimentan de zooplancton, preferencialmente copépodos harpacticoides y eufaúsidos, ocupando así el tercer nivel trófico de la cadena alimentaria pelágico-litoral. Junto a los restos de peces juveniles de los bolos residuales, se encontraron además algunos organismos bentónicos de pequeño tamaño, que difícilmente pudieron haber sido ingeridos directamente por los cormoranes, por lo que su presencia en los regurgitados se debería a restos de contenidos gástricos de los peces consumidos. Los cormoranes, en general, están limitados en su capacidad de inmersión y por lo tanto, son incapaces de alcanzar profundidades en las cuales pudieran capturar ejemplares mayores. Kooyman (1975) cita al respecto que dos especies de cormoranes alcanzan hasta 37 m. de profundidad e indica para el Cormorán antártico una duración de inmersión entre 0,5 a 2,5 minutos. Conroy y Twelves (1972) señalan la presencia de Cormorán antártico a 25 m. de profundidad en los alrededores de Orcadas del Sur. El volumen y tamaño del pez también debe estar de acuerdo con

las capacidades morfológicas del aparato digestivo de esta especie. Todos estos antecedentes hacen pensar que los cormoranes antárticos, no sólo consumirían preferentemente peces juveniles, fundamentalmente pelágicos, sino también aquellos individuos que comienzan a variar sus hábitos hacia la bentofagia que probablemente ocurre en algunas especies de **Notothenia** y **Trematomus** hacia los 5 a 6 años de vida. En una especie muy común en la antártica, este cambio ocurre a la inversa, según Olsen (1954) los juveniles de **Notothenia rossii** de uno a cinco años son bentófagos y los mayores de 5 años pelágicos, ya que se alimentan preferentemente de Krill. En el litoral antártico no existen peces típicamente ictiófagos pelágicos-costeros (Andriashev, 1965). Las pocas especies pelágicas antárticas en estado adulto según ese autor y De Witt (1970) son mesopelágicas, es decir en profundidades superiores a la de la plataforma continental, que en la Antártica, según Tokarev (fide Andriashev, 1965) tiene un carácter de "hundida" encontrándose el inicio del Talud hacia los 500 m. de profundidad. Esta carencia de peces predadores pelágico-costeros, comunes en otras latitudes, hacen pensar que en el litoral antártico esta función es cumplida casi exclusivamente por las aves, como **Phalacrocorax atriceps bransfieldensis**, **Aptenodytes forsteri** y **Pygoscelis papua** Garrick e Ingham, 1967; Conroy y Twelves, 1972), **Catharacta maccormicki** (Young, 1963), **Pagodroma nivea** (Maher, 1962) y por otras aves como ítem más secundarios.

Knox (1970:88) señala lo poco que se conoce sobre cadenas alimentarias que involucren peces y cefalópodos antárticos, por esta razón la detección de un predador de los cefalópodos **Pareledone** y **Bentheledone** en si misma ayudará a la confección de tramas tróficas más perfeccionadas. Según Garrick e Ingham (1967) los cefalópodos son importantes como ítem preferenciales (én muchos Procelariiformes) y secundarios para una serie de otras aves de nidificación sincronizada (en la Antártica e islas adyacentes), en total 18 especies. En cambio para los peces costeros los cefalópodos constituyen un ítem ocasional ya que sólo se les ha registrado en muy baja frecuencia y número en la alimentación de adultos de **Notothenia rossii** de Bahía Fildes, Isla Rey Jorge (Moreno y Bahamonde, 1975).

Con respecto a otros ítem, nuestros resultados coinciden en considerar a los crustáceos como presas secundarias en la alimentación de **P. atriceps bransfieldensis**, como lo han resumido Voous (1965) y Garrick e Ingham (1967).

También la observación en relación a que el Cormorán antártico consume peces durante el verano antártico (Tomo, 1970), coincide con nuestros resultados; sin embargo el consumo de algas en los regurgitados no evidencia sino una frecuencia muy baja (7%) y parece probable que las algas no constituyan un ítem relevante en la alimentación del cormorán. De acuerdo a Garrick e Ingham (1967) esta especie sería sedentaria y sólo se dispersaría alrededor de su colonia y borde del pack-ice, incluso desde Abril a Septiembre.

En dicha época, se desplazan hacia el borde de las plataformas de hielo, donde el mar es profundo. Parece poco probable que las algas bénticas sean una alimentación que tenga alta incidencia en la dieta de los cormoranes, como señala Tomo (1970), más bien acarrean esos vegetales marinos para construir nidos (Araya, 1965).

De acuerdo a la información obtenida a partir de los bolos residuales analizados y la proporcionada por los autores que se han mencionado, podemos resumir tentativamente la posición trófica de *P. atriceps bransfieldensis*, como se muestra en la Fig. 3., es decir ocupando

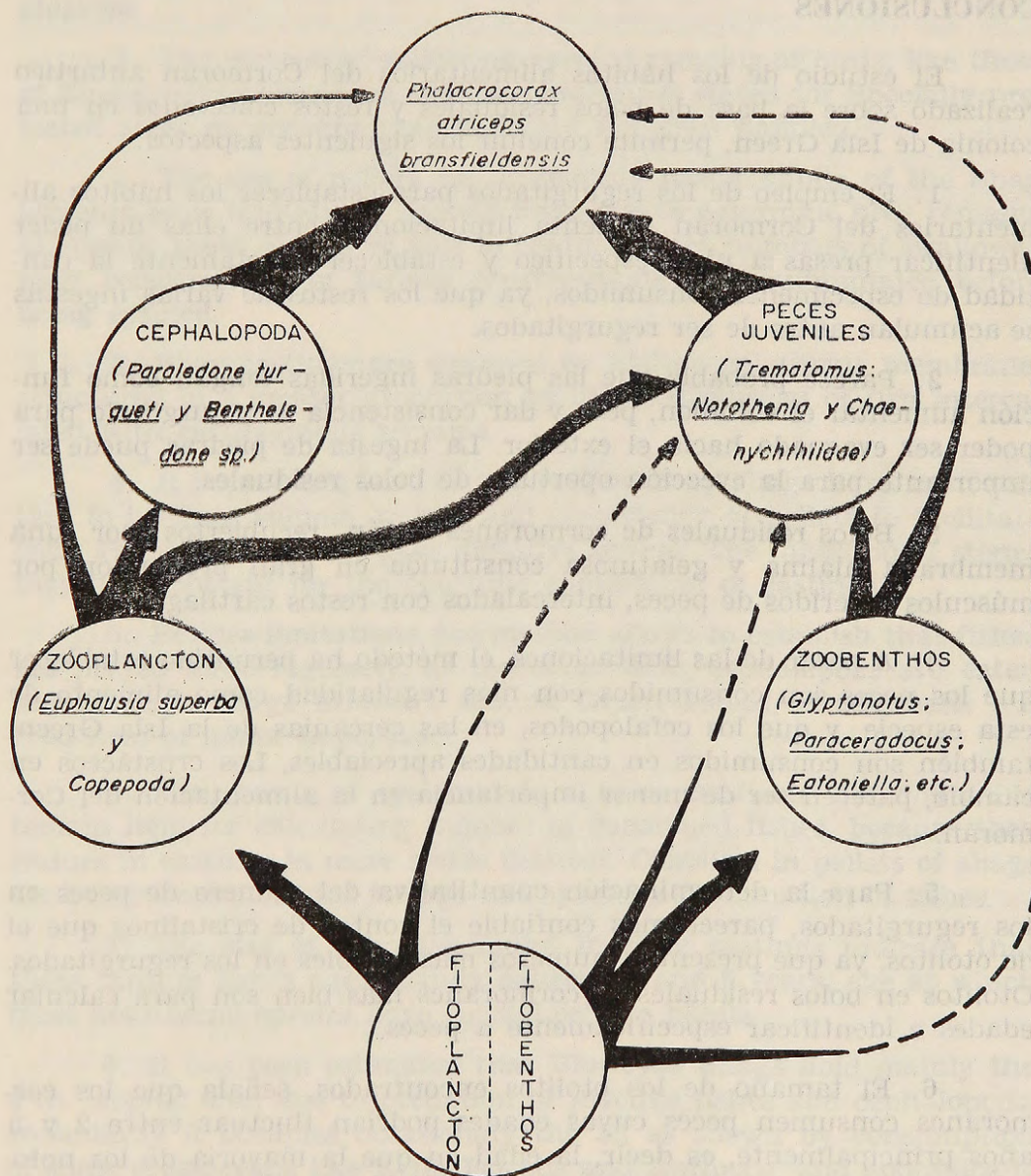


Fig. 3. Esquema de relaciones tróficas del cormorán antártico de Isla Green. El tamaño de las flechas, la magnitud de la relación trófica, aquellas en trazos, relaciones aún poco comprobadas.

preferencialmente el IV nivel trófico por el consumo de peces juveniles y cefalópodos. Sin lugar a dudas ambas presas, con mayor regularidad peces, conforman prácticamente la totalidad de la dieta promedio del Cormorán antártico. Secundariamente ocupa también el tercer nivel trófico al consumir crustáceos pelágicos como bento-litorales en forma ocasional; y posiblemente en algunas poblaciones y en forma esporádica ocupe también el segundo nivel trófico de una cadena alimentaria que comienza en las algas bentónicas. Este último punto deberá ser aún mejor estudiado.

CONCLUSIONES

El estudio de los hábitos alimentarios del Cormorán antártico realizado sobre la base de bolos residuales y restos colectados en una colonia de Isla Green, permite concluir los siguientes aspectos:

1. El empleo de los regurgitados para establecer los hábitos alimentarios del Cormorán presenta limitaciones, entre ellas no poder identificar presas a nivel específico y establecer exactamente la cantidad de especímenes consumidos, ya que los restos de varias ingestas se acumulan antes de ser regurgitados.

2. Parece probable que las piedras ingeridas tengan como función aumentar el volumen, peso y dar consistencia al regurgitado para poder ser evacuado hacia el exterior. La ingesta de piedras puede ser importante para la eyección oportuna de bolos residuales.

3. Bolos residuales de cormoranes están recubiertos por una membrana hialina y gelatinosa constituida en gran proporción por músculos digeridos de peces, intercalados con restos cartilagosos.

4. A pesar de las limitaciones, el método ha permitido establecer que los peces son consumidos con más regularidad como alimento de esta especie, y que los cefalópodos, en las cercanías de la Isla Green, también son consumidos en cantidades apreciables. Los crustáceos en cambio, parecen ser de menor importancia en la alimentación del Cormorán.

5. Para la determinación cuantitativa del número de peces en los regurgitados, parece más confiable el conteo de cristalinos que el de otolitos, ya que presentan números más estables en los regurgitados. Otolitos en bolos residuales de cormoranes más bien son para calcular edades e identificar específicamente a peces.

6. El tamaño de los otolitos encontrados, señala que los cormoranes consumen peces cuyas edades podrían fluctuar entre 2 y 5 años principalmente, es decir, la edad en que la mayoría de los notothenidos muestran hábitos pelágicos costeros.

7. Se ha estimado que los cormoranes ocupan principalmente el IV nivel trófico por el consumo de peces juveniles y cefalópodos, se-

cundariamente ocupa el tercer nivel trófico por la predación que ejerce sobre algunos crustáceos como el Krill, algunos Isópodos y Anfípodos; esporádicamente ocuparía el segundo nivel trófico por el consumo aparente de algas bentónicas. Este último punto empero necesita aún de mayores observaciones.

SUMMARY

The study of feeding habits of the Blue-eyed Shag based on evacuated rests and eyected castings collected at the species' colony at Green Island, Antarctica, permits to summarize the following conclusions.

1. The method of collecting eyected remains of birds, like those of Shags, is in accordance with the objectives stated for Specially protected areas on account that birds are not even handled.

2. The use of pellets for determinig feedig habits of the Shag presents some limitations. Among those are to determine prey remains at specific levels and to be able to confirm exact numbers of swallowed prey, because rests of various consumptions are acumulated before being eyected.

3. Shag castings are wrapped by hialine gelatinous membrane, structured in a greater proportion by digested muscles of fish intercalated with cartilaginous remains.

4. It is probable that stones swallowed by shags have the function to increase volume, weight and consistency of pellets to facilitate their evacuation by the upper digestive system. The ingestion of stones may be important for the oportune elimination of castings.

5. Besides limitations, the method allows to establish that fishes are preyed more regularly, at the same time, cephalopods are eaten sometimes in large numbers around Green Island. Crustaceans are food item of minor importance.

6. The counts of eyelenses is a more confiabile non-digestable remain item for calculating number of consumed fishes, because they endure in castings in more stable number. Otholites in pellets of shags are better recommended for age and species determination of fishes.

7. The size of otholites found in shag castings indicate that these capture fishes aged mainly between 2 and 5 years, age at which most notothenid species have coastal-pelagic habits.

8. It has been estimated that Blue-eyed Shags hold mainly the 4 th. trophic level due to predation of juvenile fishes and cephalopods, secondarily it occupies occasionally the 3d as shown by consumption of some crustaceans like Krill, Isopods and Anfipods, and sporadically the 2nd level, because of probable direct ingestion of benthic algae. The latter however, needs confirmation.

AGRADECIMIENTOS

El Instituto Antártico Chileno y la Armada de Chile dieron el apoyo logístico al presente estudio. Wladimir Covacevich, Inst. de Investigaciones Geológicas, además de acompañar al primer autor en terreno, reconoció geológicamente Isla Green, aportando los datos necesarios. Prof. Ariela Subiabre, Inst. de Geología y Geografía, Univ. Austral de Chile, analizó petrográficamente las piedras contenidas en bolos residuales. Dr. Mario Luengo, Escuela de Med. Veterinaria, Univ. de Chile, Santiago, efectuó el diagnóstico histológico de las envolturas de los regurgitados. Dr. G. L. Voss, Univ. of Miami, USA. identificó los restos de Cefalópodos registrados. Prof. Carlos Pizarro, Fac. de Ciencias, Univ. de Chile, Valparaíso, identificó las muestras de musgos traídos de la isla. Prof. Nibaldo Bahamonde revisó críticamente el manuscrito. Se agradece a todas estas personas que ayudaron a complementar en gran medida la información a entregar en esta investigación.

REFERENCIAS

- ANDRIASHEV, A. F. 1965. A General review of the antarctic fish fauna. *Monographiae Biologicae* 15: 491-550.
- ARAYA, B. 1965. Notas preliminares sobre ornitología de la Antártica Chilena. *Rev. Biol. Marina* 12 (1,2 y 3): 161-173.
- BAHAMONDE, N. 1955. Alimentación de Cormoranes o Cuervos marinos *Phalacrocorax atriceps*, *Ph. magellanicus* y *Ph. olivaceus olivaceus*. *Investigaciones Zool. Chilenas* 2 (8): 132-133.
- CONROY, J. W. H. and E. C. TWELVES, 1972. Diving depths of the Gentoo Penguin, *Pygoscelis papua*, and Blueeyed Shag, *Phalacrocorax atriceps*, from the South Orkney Islands. *Brit. Ant. Surv. Bull.* (30): 106-107.
- DE WITT, H. H. 1970. The character of the midwater Fish Fauna of the Ross Sea, Antarctica, in "Antarctica Ecology", ed. Holdgate, M. W., Acad. Press London 1: 305-314.
- GARRICK, R. y S. INGHAM. 1967. Antarctic Sea Birds as subjects for ecological research. *Proc. Symp. Pacific-Antarctic Sciences*, Tokyo, 1966. *Scient. Rep. Special* 1: 151-184.
- EVERSON, I. 1970. The population dynamics and energy budget of *Notothenia neglecta* NYBELIN at Signy Island, South Orkney Islands. *Br. Antarct. Surv. Bull.* (23): 25-50.
- HUREAU, J. C. 1970. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques. *Nototheniidae* *Bull. Inst. Oceanogr. Mónaco* 68 (1391): 1-244.

- ICSU. 1972. Scar Manual. 2n. ed. Publ. Scar, Cambridge, England.
- JORDAN, R. 1959. El fenómeno de las regurgitaciones en el Guanay (*Phalacrocorax bougainvillii* L.) y un método para estimar la ingestión diaria. Bol. Cía. Administradora Guano 35 (4): 23-40.
- KNIGHT, M. 1964. Pellet. in "A new Dictionary of Birds" ed. A. Landsborough T. McGraw-Hill. N. Y.: 608-609.
- KNOX, G. A. 1970. Antarctic Marine Ecosystems, in "Antarctic Ecology", ed. Holgate, M.W., Acad. Press, London 1: 69-96.
- KOOYMAN, G. L. 1975. Behaviour and Physiology of diving. in The Biology of Penguins, Ed. B. Stonehouse. MacMillan Press, London: 115-137.
- KORTLANDT, A. 1940. Eine Übersicht der angeborenen Verhaltensweisen des mittel-europaeischen Kormorans *Phalacrocorax carbo sinensis* SCHAN & NODD Ihre Funktion, ontogenetische Entwicklung und phylogenetische Herkunft. Arch. neerl. Zool. 4: 401-442.
- MAHER, W. J. 1962. Breeding Biology of the Snow Petrel near Cape Hallett, Antarctic. The Condor 64 (6): 488-499.
- MORENO, C. A. y BAHAMONDE. 1975. Nichos alimentarios y competencia por alimento entre *Notothenia coriiceps* NYBELIN y *N. rossii marmorata* FISCHER en Islas Shatland del Sur, Antártica. Ser. Cient. Inst. Ant. Chileno 3 (1): 45-62.
- OLSEN, S. A. 1954. South Georgian Cod, *Notothenia rossii marmorata* FISCHER. Norsk. Hvalfangst. Tid. 7: 373-382.
- RAND, R. W. 1960. The Biology of Guano-producing Sea-Birds. 3. The distribution, abundance and Feeding habits of the Cormorants, Phalacrocoracidae of the South West Coast of the Cape Province. Div. Fish. Invest. Report (42): 1-32.
- SNOW, B. K. 1963. The behaviour of the Shag. British Birds 56: 77-103, 164-186.
- TOMO, A. 1970. Cadenas tróficas observadas en la Bahía de Puerto Paraíso (Península Antártica) en relación con las variaciones de fertilidad de sus aguas. Contr. Inst. Antart. Argentino (131): 1-14.
- VOOUS, K. H. 1965. Antarctic Birds. Monographiae Biologicae 15: 649-689.

VAN TETS, G. F. 1968. White-breasted Cormorant swallows pebbles on land. *Emu*, **67** (3): 224.

WATSON, G. E.; J. P. ANGLE; P. C. HARPER; M. A. BRIDGE; R. P. SCHLATTER; W. L. M. TICKELL; J. C. BOYD and M. M. BOYD. 1971. Birds of the Antarctic and Subantarctic. *Am. Geogr. Soc. N. Y. Antarctic Map Folio Ser.* (14): 1-13.

YOUNG, E. C. 1963. Feeding habits of the South Polar Skua, *Catharacta maccormicki*. *The Ibis* **105**: 301-318.

APENDICE

Petrografía de piedras encontradas en bolos residuales de Cormorán Antártico. +

Mineral geológico	Familia de Rocas	Nº de piedras
Granito	Granito	34
Pórfido (granito)	Granito	6
Microgranito	Granito	17
Cuarcita *	Granito metamórfico	51
Gabro *	Gabro	2
Basalto *	Gabro	4
Sienita	Sienita	1
Andesita *	Diorita	59
Esquisto *	Esquistos verdes metamórficos	16
Minerales		
Ortoclasa	Granito, Diorita, Sienita	2
Cuarzo Ahumada	Granito, Diorita	5
Cuarzo	Granito, Diorita cuarcífera, Gabro	
Olivino *	Gabro, Peridotita	4
Baritina	En filones y como ganga de minerales metálicos	

+ Det. Prof. Ariela Subiabre, Inst. Geología y Geografía, U. A. Ch.

* Mineral geológico y minerales presentes en Isla Green; Det. Prof. Wladimir Covacevich, Inst. Invest. Geológicas, Santiago.