



BOLETIN

IMARPE

Instituto del Mar del Perú

Vol. 17 / Nos. 1 y 2 / DICIEMBRE 1998

ISSN 0378 - 7699

LAS POBLACIONES DE AVES GUANERAS Y SUS RELACIONES CON LA ABUNDANCIA DE ANCHOVETA Y LA OCURRENCIA DE EVENTOS EL NIÑO EN EL MAR PERUANO

Jaime Jahncke 1

LAS DIETAS DEL GUANAY Y DEL PIQUERO PERUANO COMO INDICADORAS DE LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE ANCHOVETA

Jaime Jahncke y Elisa Goya 15

RÉCUPERACION, EROSION Y RETENCION DE OTOLITOS EN BOLOS DE GUANAY: ¿SON LOS BOLOS REALMENTE BUENOS INDICADORES DE LA DIETA?

Jaime Jahncke y Cecilia Rivas 35

ESTUDIOS SOBRE DIETA EN PIQUEROS COMO INDICADORES DE LA ESTRUCTURA POR TALLAS DE LOS STOCKS DE ANCHOVETA EN EL MAR PERUANO

Jaime Jahncke y Domenica Zileri 47

LA BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE LAS AVES GUANERAS Y SUS RELACIONES CON LA DISPONIBILIDAD DE ANCHOVETA

Jaime Jahncke y Luis Paz-Soldán 55

BIOLOGIA REPRODUCTIVA DEL POTOYUNCO PERUANO *PELECANOIDES GARNOTII* EN ISLA LA VIEJA, COSTA CENTRAL DEL PERU

Jaime Jahncke y Elisa Goya 67

LA POBLACION DEL PINGÜINO DE HUMBOLDT *SPHENISCUS HUMBOLDTI* EN ISLA PACHACAMAC Y EL EVENTO EL NIÑO 1997-98

Luis Paz-Soldán y Jaime Jahncke 75

SAURIOS COMO PREDADORES DE ECTOPARASITOS DE AVES GUANERAS

José Pérez y Jaime Jahncke 81

CALLAO, PERU

RECUPERACION, EROSION Y RETENCION DE OTOLITOS EN BOLOS DE GUANAY: ¿SON LOS BOLOS REALMENTE BUENOS INDICADORES DE LA DIETA?

JAIMÉ JAHNCKE^{1,2} Y CECILIA RIVAS³

RESUMEN

JAHNCKE, J. y C. RIVAS. 1998. Recuperación, erosión y retención de otolitos en bolos de guanay; ¿Son los bolos realmente buenos indicadores de la dieta?. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 35 - 45.

Se estudió el porcentaje de recuperación, el grado de erosión y el tiempo máximo de retención de los otolitos en 13 guanayes en cautiverio. Las aves fueron alimentadas individualmente con peces enteros y frescos previamente medidos y marcados; produciendo en promedio (n=13) bolos en 55,05% de los días que duró el experimento. El 37,81% de las aves produjeron bolos con otolitos al día siguiente de haber consumido su alimento (n=2.134). En estos bolos se encontró que sólo el 14,79% de los otolitos y el 26,61% de los cristalinos ingeridos son recuperados, variando el porcentaje de recuperación de acuerdo a la especie consumida. Se encontraron diferencias al comparar la distribución por tallas de las principales presas ingeridas con la distribución por tallas de estas especies reconstruida a partir de las longitudes o pesos de los otolitos recuperados. El 80% a 100% de los otolitos retenidos permanecen como máximo hasta tres días en el tracto digestivo del guanay, los otolitos grandes pueden permanecer hasta 9 días. La metodología que se propone permite tener una mejor aproximación de la dieta y mayor precisión al estimar el consumo de cada presa. Es posible estimar la cantidad real de alimento ingerido si se conoce el porcentaje de recuperación de los otolitos de las principales presas consumidas. Los resultados de este trabajo muestran que sin duda la información que proporcionan los bolos residuales es valiosa, pues permite conocer con gran precisión las proporciones en que se consumieron cada una de las presas. Sin embargo, la información sobre tallas de peces consumidos que se puede obtener a partir de los otolitos recuperados, plantea aún problemas que deben ser resueltos, en los cuales se deberá continuar investigando.

PALABRAS CLAVE: Dieta, guanay, *Leucocarbo bougainvillii*, análisis de bolos, otolitos, recuperación, erosión, retención.

ABSTRACT

JAHNCKE, J. and C. RIVAS. 1998. Recovery, erosion and retention of otoliths in pellets of Guanay Cormorant: Are pellets really good diet indicators?. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 35 - 45.

Otoliths recovery ratio, erosion in otoliths size and maximum retention of ingested otoliths were assessed in 13 captive Guanay Cormorants. Birds were fed with fresh fish previously measured and marked. Birds produced pellets in 55,05% of the days that the experiment lasted. Pellets containing otoliths were produced in 37,81% of the cases (n=2.134). Pellets contained 14,79% of ingested otoliths and 26,61% of ingested eye crystals, recovery percentages changed with fish species. Differences were found between ingested fish size and otoliths estimation of fish size for main prey species. From 80% to 100% of retained otoliths were expelled during the first three days. Larger otoliths may remain up to 9 days. Proposed methodology allowed a better estimation of diet and higher precision when estimating prey consumption. It is possible to estimate amount of ingested food if recovery percentage of each species is known. Results

1 Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas, Dirección de Recursos Pelágicos, DGIRH, IMARPE, Apartado 22, Callao.

2 Apartado postal 18-0807, Lima 18, Perú.
E-mail: jjahnck@mail.cosapidata.com.pe

3 Av. Perú 1409, Lima 21, Perú.
E-mail: pazzoldan@datos.limaperu.net

show that pellet information is valuable because allows to estimate accurately proportions of each ingested prey in the diet. However, does not permit to estimate ingested prey sizes and further research in this subject is still needed.

KEY WORDS: diet, Guanay Cormorants, *Leucocarbo bougainvillii*, pellets analisis, otoliths, recovering, erosion, retention.

INTRODUCCION

Varias especies de aves regurgitan materiales de desecho luego de la digestión. En el caso del guanay *Leucocarbo (Phalacrocorax) bougainvillii*, los restos duros de peces y otros alimentos ingeridos son expulsados envueltos en una capa pseudomembranosa formando lo que se conoce como bolo residual (JORDÁN 1959). En estos bolos se pueden encontrar restos de huesos, escamas, otolitos y cristalininos de peces, picos y cristalininos de cefalópodos y restos de crustáceos y moluscos; los cristalininos pueden ser utilizados para estimar el consumo diario de peces (JORDÁN 1959, SCHLATTER y MORENO 1976), mientras que los otolitos pueden ser usados para identificar y determinar el tamaño de los peces consumidos por las aves.

Los bolos residuales de guanay fueron utilizados por VOGT (1942), JORDÁN (1959), TOVAR y GALARZA (1984), TOVAR (1989) y GUILLÉN (1993) en el estudio de la dieta del guanay, con la finalidad de conocer las especies consumidas y determinar la cantidad de alimento ingerido diariamente por esta ave en condiciones naturales, considerando a las aves como grandes predatoras de recursos pelágicos en el mar peruano. Estos estudios se han retomado, con la finalidad de utilizar la información obtenida en el monitoreo de la abundancia y distribución de los principales recursos pelágicos en el mar peruano (JAHNCKE y GOYA 1997).

El principal defecto que tendrían los estudios basados en bolos residuales para el análisis de la dieta, es que no todos los restos óseos son regurgitados por lo que el análisis de estos datos podría resultar en interpretaciones erradas dependiendo de los objetivos de cada estudio. AVILA (1954) y JORDÁN (1959) realizaron estudios con guanayes en cautiverio y concluyeron

que la expulsión de los bolos sólo sucedía en condiciones estrictamente naturales. Asimismo, el análisis de los estómagos de los animales alimentados en cautiverio, permitió establecer que al concluir la digestión a primeras horas de la mañana, el bolo residual se encontraba listo para ser expulsado. JORDÁN (1959) al estudiar lo que el llamó el fenómeno de las regurgitaciones de guanay encontró, a partir del análisis de 10 bolos residuales obtenidos de los estómagos de animales alimentados en cautiverio y sacrificados, que se recuperaba entre el 50% y 70% de los otolitos ingeridos y que en el 94% de los casos se recuperaba el 95% de los cristalininos ingeridos.

DUFFY y LAURENSEN (1983) llevaron a cabo un experimento similar con siete cormoranes del cabo *Phalacrocorax capensis*. Después de un período de adaptación, encontraron que los bolos regurgitados en cautiverio contenían el 33,2% de los otolitos y el 51,4% de los cristalininos ingeridos. Asimismo, encontraron que los otolitos regurgitados provenían de peces consumidos el día anterior de ser producido el bolo y que eran más pequeños debido a la erosión por digestión.

JOHNSTONE *et al.* (1990) estudiaron la dieta del cormorán *Phalacrocorax aristotelis* en cautiverio, encontrando que la proporción de otolitos recuperados varía grandemente entre días y de acuerdo a la presa consumida. Ellos discuten sobre la confiabilidad de los bolos residuales y de los otolitos recuperados en la estimación del tamaño de los peces consumidos, no descartando la posibilidad de calcular factores de corrección para estimar el tamaño de los otolitos ingeridos a partir del tamaño o el peso de los otolitos recuperados.

El presente trabajo contiene los resultados del proyecto de investigación que llevó a cabo la

Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas del Instituto del Mar del Perú (DGIRH), con el objetivo de determinar el porcentaje de recuperación y el grado de erosión de los otolitos ingeridos y el tiempo máximo de permanencia del otolito en el estómago del ave, además de la producción de guano en relación con la cantidad de alimento consumido.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se llevó a cabo entre febrero y octubre de 1997 en la sede central del IMARPE. Para ello se acondicionaron al aire libre 6 jaulas en las cuales se mantuvieron cautivos un total de 13 guanayes (12 adultos y un juvenil), que fueron capturados en Isla Pescadores y en Punta San Juan en febrero (n=6) y abril (n=7) respectivamente. Luego del experimento, 4 aves fueron entregadas al zoológico y el resto fue liberado en la Isla Hormigas de Afuera.

Acondicionamiento de las aves

Los guanayes, previamente anillados, fueron colocados en jaulas de 1 m² de base y 1,5 m de altura, a razón de dos y tres aves por jaula. Las jaulas construidas con malla metálica, se diseñaron para ocupar un área de 2 x 3 m, de manera que las aves pudieran agruparse hacia el centro como en una pequeña colonia. Estudios anteriores mostraron que individuos colocados separadamente no regurgitan bolos (JORDÁN 1959). Durante las primeras cuatro semanas de cautiverio considerado como período de adaptación, se les alimentó con peces sin cabeza, para descartar la posibilidad de encontrar otolitos antiguos que hayan sido retenidos en el tracto digestivo. Las aves procedentes de San Juan, al ser distribuidas con las de la isla Pescadores (previamente adaptadas al cautiverio), requirieron de un menor tiempo de adaptación.

Alimentación de las aves

Luego de la adaptación, las aves fueron alimentadas individualmente con peces enteros y fres-

cos previamente medidos. En cada pez se introdujeron cuentas de cerámica de color (5 aprox.), asignando a cada guanay un color que permitió reconocer el bolo que produjo. Cada individuo consumió diariamente 500 gramos de pescado fresco aproximadamente o un mínimo equivalente al 20% del peso corporal. Las especies consumidas por cada ave se intercalaron diariamente dentro de lo posible con la finalidad de determinar el tiempo máximo de permanencia de los otolitos en el tracto digestivo. La tabla 1 muestra la relación de peces que se usaron como alimento, la cantidad ingerida de cada especie y el total de otolitos recuperados.

Todos los días las aves eran retiradas de sus jaulas e introducidas en un tanque de 1,5 m³. Al inicio del experimento se les ofreció pescado al momento del baño, procediendo luego a completar la ración calculada, abriéndoles el pico e introduciendo pescado hasta que lo engulleran. Esta operación se realizaba con el mayor cuidado posible. Pese a que la mayoría de las aves aprendieron a comer por sí solas en la etapa de adaptación, se identificó que la hora del baño no era la más adecuada, por ello se optó por alimentar a cada ave dentro de su jaula, entre las 10:00 h y 11:00 h, obteniéndose un mejor resultado, es decir, las aves consumieron libremente la cantidad de pescado que necesitaban hasta saciarse. La recolección de los bolos se efectuó al día siguiente entre las 8:00 h y 9:00 h de la mañana, horas en que bajo condiciones naturales se producen los bolos.

Recolección de guano

Con el fin de establecer si existe relación entre la cantidad de guano producido por las aves y la cantidad de alimento consumido, se recolectó y pesó diariamente el guano de cada jaula. Para ello, se colocaron plásticos en el piso de cada una de ellas, los mismos que fueron retirados, pesados y limpiados diariamente durante el período de experimentación para mantener aseado el ambiente en donde se alojaron las aves. Durante los primeros 23 días, el guano recolec-

tado fue tamizado con el fin de verificar que no existiese pérdida o expulsión de otolitos a través de las heces de las aves.

Análisis de los experimentos realizados

Recuperación de los otolitos ingeridos

Se comparó el número de otolitos ingeridos (2 otolitos *sagitta* por pez) con el número de otolitos recuperados. Las comparaciones se hicieron en frecuencias absolutas y en frecuencias relativas.

En frecuencias absolutas, se registró el total de otolitos consumidos y el total de otolitos recuperados de cada especie. A partir de estos resultados se pudo conocer el porcentaje de recupe-

ración de cada especie de pez luego de la digestión (tabla 1). La composición real y estimada de la dieta se calculó en función del número total de otolitos consumidos y recuperados respectivamente. Asimismo, se calculó el porcentaje de cristalinos que se recuperaron en los bolos.

Los datos de las aves que consumieron al menos dos especies de peces en un mismo día y los datos de los bolos que éstas produjeron (n=337), fueron transformados a frecuencias relativas del número total de otolitos consumidos y recuperados, respectivamente por cada individuo. La composición real y estimada de la dieta se calculó promediando los consumos en frecuencias relativas de cada presa. A partir de estos resultados se estimó un nuevo porcentaje de recupe-

Tabla 1. Relación de peces consumidos utilizados como alimento de los guanayes en cautiverio, cantidad ingerida y número de otolitos recuperados por cada especie (frecuencias absolutas).

Especies de peces consumidos durante el estudio	Alimento consumido		Alimento recuperado		Recuperación
	Número de otolitos	%*	Número de otolitos	%**	%
Pejerrey, <i>Odontesthes regia</i>	28690	73,00	2530	45,52	8,82
Anchoveta, <i>Engraulis ringens</i>	5828	14,83	1105	19,01	18,96
Coco, <i>Paralonchurus peruanus</i>	872	2,22	603	10,37	69,15
Cabinza, <i>Isacia conceptionis</i>	802	2,04	480	8,25	59,85
Mojarrilla, <i>Stellifer minor</i>	776	1,97	538	9,25	69,33
Sardina, <i>Sardinops sagax</i>	476	1,21	17	1,21	3,57
Lisa, <i>Mugil cephalus</i>	372	0,95	133	2,29	35,75
Lorna, <i>Sciaena deliciosa</i>	308	0,78	165	2,83	53,57
Machete, <i>Brevoortia maculata chilcae</i>	236	0,6	16	0,28	6,78
Palometa, <i>Stromateus stellatus</i>	210	0,53	7	0,12	3,33
Cachema, <i>Cynoscion analis</i>	172	0,43	90	1,55	52,33
Agujilla, <i>Scomberesox saurus</i>	150	0,38	2	0,03	1,33
Mismis, <i>Menticirrhus ophicephalus</i>	146	0,37	103	1,77	70,55
Pampanito, <i>Trachinotus paitensis</i>	96	0,24	0	0	0
Cabrilla, <i>Paralabrax humeralis</i>	60	0,15	0	0	0
Caballa, <i>Scomber japonicus</i>	50	0,13	7	0,12	14
Falso Volador, <i>Prionotus</i> sp.	46	0,12	14	0,24	30,43
Castañuela, <i>Chromis crasma</i>	6	0,02	1	0,02	16,67
Pintadilla, <i>Cheilodactylus variegatus</i>	4	0,01	2	0,03	50

* Composición real de la dieta expresada en función del total de otolitos ingeridos.

** Composición estimada de la dieta expresada en función del total de otolitos recuperados.

ración de cada especie de pez luego de la digestión (tabla 2).

En ambos casos, los resultados fueron comparados mediante una regresión lineal simple. Además, en el caso de frecuencias relativas se determinó si existen diferencias significativas entre el consumo real de cada presa y el consumo estimado para cada presa a partir de los otolitos recuperados, para esto se utilizó la prueba de MANN-WHITNEY (SIEGEL 1956).

Erosión de los otolitos durante la digestión

Se comparó el tamaño de los principales peces consumidos con el tamaño estimado de estos peces a partir de los otolitos recuperados en los

bolos. Para ello se midió la talla de los peces consumidos y una muestra representativa de los mismos a la que además de la talla se le midió la longitud del otolito (rostro-antirostro, para anchoveta y pejerrey) y el peso del otolito (para cabinza, mojarrilla y lorna). Para cada clase (intervalos de 0,5 cm en longitud total del pez) se determinó la longitud media del otolito en milímetros o su peso promedio en gramos, dependiendo de la especie. Mediante análisis de regresión lineal simple se determinaron las funciones que permitieron determinar las tallas de los peces consumidos a partir de la longitud o el peso de los otolitos recuperados en los bolos (tabla 3). Las frecuencias de tallas estimadas fueron comparadas con aquellas frecuencias de tallas de los peces ingeridos previamente medidos,

para esto se utilizó la prueba de MANN-WHITNEY (SIEGEL 1956).

Retención máxima de otolitos en el tracto digestivo

Al proporcionar diferentes especies de peces como alimento en forma intercalada cada día, fue posible observar la aparición de otolitos de peces que no habían sido consumidos en el día anterior. A partir de estas observaciones, se halló el número de días máximo que los guanayes retuvieron en su tracto digestivo los otolitos de los peces ingeridos. Con estos datos se construyeron histogramas en frecuencias relativas que muestran cuanto puede demorar en ser regurgitado un otolito dependiendo de la especie consumida.

Tabla 2. Consumo y recuperación de los peces utilizados como alimento de los guanayes en cautiverio. Los datos corresponden a promedios de datos transformados a frecuencias relativas del número total de otolitos consumidos y recuperados, respectivamente y para cada individuo.

Especies de peces consumidos durante el estudio	Alimento consumido %	Alimento recuperado %	MANN-WHITNEY
Pejerrey, <i>Odontesthes regia</i>	18,620	11,140	U=62954,5; P<0,05
Anchoveta, <i>Engraulis ringens</i>	9,230	11,690	U=57906,5; P>0,05
Coco, <i>Paralonchurus peruanus</i>	14,540	15,110	U=57569,5; P>0,05
Cabinza, <i>Isacia conceptionis</i>	15,300	17,520	U=58069,0; P>0,05
Mojarrilla, <i>Stellifer minor</i>	14,000	21,180	U=52904,5; P>0,05
Sardina, <i>Sardinops sagax</i>	2,180	0,870	U=58309,5; P>0,05
Lisa, <i>Mugil cephalus</i>	5,290	4,240	U=58734,0; P>0,05
Lorna, <i>Sciaena deliciosa</i>	6,300	8,690	U=57815,0; P>0,05
Machete, <i>Brevoortia maculata chilcae</i>	3,470	1,000	U=61323,0; P<0,05
Palometa, <i>Stromateus stellatus</i>	1,390	0,560	U=58796,5; P<0,05
Cachema, <i>Cynoscion analis</i>	2,950	3,272	U=57647,5; P>0,05
Agujilla, <i>Scomberesox saurus</i>	0,180	0,340	U=57118,5; P>0,05
Mismis, <i>Menticirrhus ophicephalus</i>	2,860	2,700	U=57432,5; P>0,05
Pampanito, <i>Trachinotus paitensis</i>	0,340	0,000	U=58132,5; P<0,05
Cabrilla, <i>Paralabrax humeralis</i>	1,220	0,000	
Caballa, <i>Scomber japonicus</i>	1,420	0,460	U=58139,5; P<0,05
Falso Volador, <i>Prionotus</i> sp.	0,560	0,820	U=56942,5; P>0,05
Castañuela, <i>Chromis crusma</i>	0,096	0,290	U=57120,0; P>0,05
Pintadilla, <i>Cheilodactylus variegatus</i>	0,047	0,050	

Producción de guano

Se comparó la cantidad de guano producido diariamente y la cantidad de alimento consumido por las aves el día anterior, para ello se utilizó un análisis de regresión lineal simple.

RESULTADOS

Recuperación de los otolitos ingeridos

En promedio, los guanayes produjeron bolos durante el 55,05% (SD=6,58%; n=13) de los días que duró el experimento, variando la producción

de bolos entre 41,73 % y 65,10 %, dependiendo de cada individuo. El 37,81 % y el 48,64 % de las aves produjeron, respectivamente, bolos con otolitos y cristalinos al día siguiente de haber consumido su alimento (n=2.134). En estos bolos se encontró que sólo el 14,79% de los otolitos y el 26,61% de los cristalinos ingeridos son recuperados. El porcentaje de recuperación de los otolitos para cada especie utilizada como alimento de los guanayes se presenta en la tabla 1, donde se observa que el porcentaje de recuperación varía dependiendo de la especie consumida. El porcentaje de recuperación es menor en especies cuyos otolitos son pequeños y delgados (v.g. el consumo

Tabla 3. Tallas de los principales peces utilizados como alimento de los guanayes en cautiverio. Se presentan la moda y mediana de las tallas de los peces consumidos y la moda y mediana de las tallas estimadas de los peces consumidos a partir de los otolitos recuperados en los bolos residuales.

Peces consumidos y relación pez - otolito	Talla real de los peces consumidos			Talla estimada de los peces recuperados		
	Media ± DS	Moda	Mediana	Media ± DS	Moda	Mediana
<i>Pejerrey, Odontesthes regia</i>						
LT = -0,614 + 3,85 LO; R ² =0,940; n=260	15,97 ± 1,31 n=12.720	16,00	16,00	10,74 ± 2,80 n=1.020	13,50	10,94
<i>Anchoveta, Engraulis ringens</i>						
LT = 0,798 + 3,33 LO; R ² = 0,787; n=180	15,72 ± 0,86 n=3.342	16,00	15,50	13,91 ± 1,97 n=138	14,50	14,31
<i>Cabinza, Isacia conceptionis</i>						
LT = 13,54 + 161,12 W; R ² =0,811; n=154	18,54 ± 2,33 n=415	19,00	18,50	16,63 ± 2,61 n=318	16,50	16,26
<i>Mojarrilla, Stellifer minor</i>						
LT = 9,72 + 53,67 W; R ² =0,978; n=140	15,44 ± 2,26 n=367	15,00	15,00	13,24 ± 1,37 n=241	14,00	13,28
<i>Lorna, Sciaena deliciosa</i>						
LT = 12,69 + 97,23 W; R ² =0,968; n=200	20,55 ± 3,74 n=194	23,00	22,00	20,19 ± 1,98 n=67	20,50	20,24

LT: Longitud total del pez (cm)

LO: Longitud rostro-antirrostro del otolito (mm)

W: Peso del otolito (g)

de pejerrey fue del 73% y su porcentaje de recuperación fue tan sólo del 8,82%), en tanto que en especies que presentan otolitos grandes y voluminosos la recuperación es mayor (v.g. el consumo de coco fue del 2,22% y su porcentaje de recuperación fue del 69,15%).

Al expresar la composición de la dieta de los guanayes en función del total de alimento consumido y comparar estos resultados con aquellos obtenidos al estimar la dieta a partir del total de

otolitos recuperados de cada especie expresados como porcentaje del número total de otolitos recuperados (tabla 1), se obtuvo un coeficiente de correlación lineal simple de 0,942. Sin embargo, la pendiente de la recta fue 0,595 ($R^2=0,880$) lo que muestra que al analizar los datos de esta forma se subestima la dieta en un 40% (figura 1).

Un análisis similar se llevó a cabo luego de transformar los datos a frecuencias relativas y calcu-

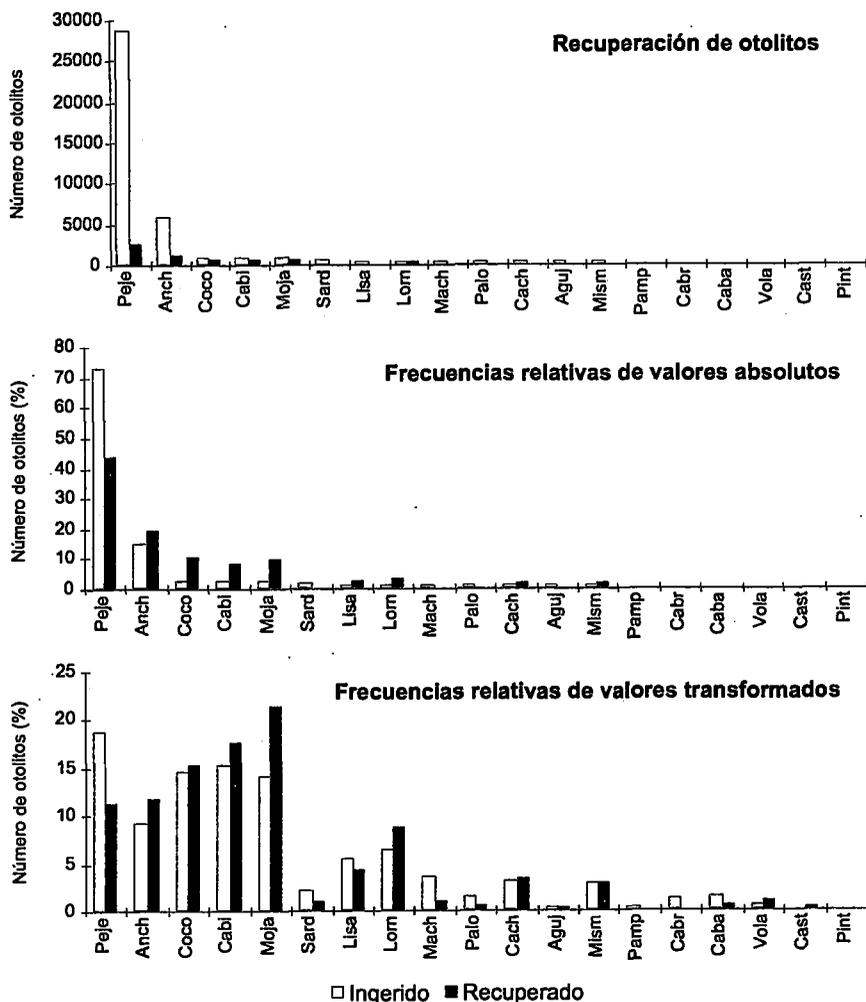


FIGURA 1. Recuperación de otolitos ingeridos por guanayes en cautiverio. Los gráficos de frecuencias absolutas y relativas muestran los diferentes resultados que se pueden obtener dependiendo de la forma como se analicen los datos.

otolitos grandes de especies como mojarrilla, lisa y lorna pueden permanecer hasta 5, 9 y 9 días respectivamente.

Producción de guano

En promedio, durante el experimento cada guanay produjo 113,78 gramos de guano por día. Al comparar la cantidad de guano producido diariamente y la cantidad de alimento consumido por las aves el día anterior, se encontró un coeficiente de correlación lineal simple de 0,278 ($n=816$), sin embargo, al agrupar los datos en períodos de 5 y 10 días, se obtienen valores del coeficiente de correlación de 0,744 ($n=162$) y 0,812 ($n=84$), respectivamente. El agrupamiento de datos se justifica en la variación que existe en el número de peces consumidos diariamente por las aves y en que los valores de peso del guano registrados, fueron resultado de las deyecciones de todos los individuos presentes en cada jaula y no de valores individuales. En ninguno de 23 días en los cuales se tamizó el guano producido por las aves se encontraron otolitos que hubieran sido expulsados con las heces.

DISCUSION

Existen diferentes métodos para obtener información cuantitativa sobre la dieta de las aves marinas. La obtención de contenidos estomacales que implica matar el ave no es deseable en la mayoría de los casos, además que la información requerida puede obtenerse por medio de lavados estomacales o usando eméticos e incluso, en forma natural, aprovechando que algunas especies como los cormoranes regurgitan al ser perturbadas. El examen de los bolos residuales y las heces, que contienen partes no digeribles del alimento, como los otolitos, proporciona buena información sobre las especies consumidas (FURNESS y MONAGHAN 1987), causando poco disturbio en las colonias y permitiendo utilizar grandes muestras en los estudios. Acerca del uso de los bolos residuales en los estudios sobre die-

ta en cormoranes, no existe opinión unánime. AINLEY *et al.* (1981), consideran que los bolos equivalen a una muestra estomacal, mientras que JOBLING y BREIBY (1986), sugieren que los bolos no proporcionan información adecuada para realizar una evaluación cuantitativa de la dieta.

JORDÁN (1959), estudiando la dieta del guanay a partir de estos bolos, encontró una recuperación del 50% a 70% de los otolitos ingeridos, porcentaje tres veces mayor al obtenido en el presente estudio, esto debido a que su análisis fue a partir de bolos residuales extraídos de los estómagos de las aves. Nuestro resultado es más similar en todo caso al resultado obtenido por DUFFY y LAURENSEN (1983) con *Phalacrocorax capensis* y JOHNSTONE *et al.* (1990) con *Phalacrocorax aristotelis*. A pesar de la poca información que proporcionan los bolos sobre cantidad de alimento ingerido por los cormoranes, en ambos casos los autores concluyeron que estos pueden ser útiles en el estudio de la dieta, afirmando que la información que proporcionan es ideal para investigaciones de largo plazo y a un mínimo costo sobre cambios en el medio ambiente marino. En el sistema de afloramiento del Benguela (Sudáfrica), la variabilidad natural que se observa en la dieta del cormorán del Cabo *Phalacrocorax capensis* se viene utilizando para monitorear la dinámica y el comportamiento de las poblaciones de peces que son presa de esta ave (CRAWFORD, com. pers.; DUFFY *et al.* 1987) en tanto que en el mar peruano las variaciones en la dieta del guanay han mostrado tener relación con la disponibilidad de anchoveta reflejando los patrones de distribución de este recurso (JAHNCKE y GOYA 1997).

Si bien los resultados obtenidos a partir del análisis de los bolos residuales no proporciona información exacta sobre la cantidad de alimento ingerido debido a que las aves no producen bolos todos los días y a la pérdida de otolitos durante la digestión, la metodología tradicionalmente utilizada para analizar estos datos subestima aún más los resultados. La metodología propuesta en el presente trabajo permite, al trans-

formar los datos a frecuencias relativas, tener una mejor aproximación de la dieta y mayor precisión al estimar el consumo de cada presa. Por otro lado, conociendo el porcentaje de recuperación de los otolitos de las principales presas consumidas, es posible hacer una mejor estimación de la cantidad real de alimento consumido.

En lo que respecta a la erosión de los otolitos, DUFFY y LAURENSEN (1983) y JOHNSTONE *et al.* (1990) establecieron que la longitud de los otolitos recuperados en los bolos residuales disminuye debido a la digestión, afirmando que los otolitos recuperados a partir de los bolos residuales no reflejan de forma adecuada la talla de los peces ingeridos. Del mismo modo, los resultados del presente trabajo muestran que la estimación de las tallas de los peces consumidos a partir de los otolitos, no proporciona resultados exactos sobre las tallas de las presas consumidas; sin embargo, podrían ser utilizados teniendo siempre en cuenta que las tallas estimadas son inferiores a las consumidas en un 10% a 15% y que la erosión de los otolitos no es uniforme entre especies y entre diferentes tallas de una misma especie, tal como se desprende de la tabla 3.

Como se indicó, no todos los otolitos son expulsados el día siguiente de ser consumidos, DUFFY y LAURENSEN (1983) encontraron que los otolitos regurgitados provenían de peces consumidos el día anterior de ser producido el bolo en tanto que JOHNSTONE *et al.* (1990) encontró que la proporción de otolitos recuperados varía grandemente entre días y de acuerdo a la presa consumida, tal como se muestra en los resultados obtenidos en el presente trabajo. Sin embargo, conociendo que entre un 80% y 100% de los otolitos se recuperan en los dos días posteriores a la ingesta, es posible determinar los límites dentro de los cuales los resultados tienen validez.

Los resultados de este trabajo muestran que sin duda la información que proporcionan los bolos residuales es valiosa, pues permite conocer con gran precisión las proporciones en que se consumieron cada una de las presas. Este tipo de infor-

mación se viene empleando en la Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas del IMARPE, quienes plantean la posibilidad de utilizar estos estudios en el monitoreo de la abundancia y distribución de la anchoveta (JAHNCKE y GOYA 1997). Sin embargo, la información sobre tallas de peces consumidos que se puede obtener a partir de los otolitos recuperados, plantea aún problemas que deben ser resueltos, en los cuales se deberá continuar trabajando.

Agradecimientos

Agradecemos al Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de las Aves Marinas PROABONOS por permitir capturar los guanayes y brindar facilidades en las áreas visitadas. Agradecemos a RAFAEL INOCENTE quien en forma dedicada y responsable llevó a cabo la labor de alimentar y velar por el buen estado de las aves, además de realizar las mediciones de los peces consumidos y de los otolitos recuperados. Agradecemos también a CECILIA FLORES quien llevó al papel las ideas discutidas con ella sobre este tema y que dieron lugar al presente trabajo, a SAMUEL AMORÓS, ALEX GUILLÉN y JORGE CALVIMONTES por su participación en el cuidado de las aves. Asimismo, agradecemos al Dr. RÓMULO JORDÁN, Blgo. JULIO VALDIVIA, Blgo. MARCO ESPINO y Blga. GLADYS CÁRDENAS por el apoyo brindado durante el presente estudio. Finalmente agradecemos a LUIS PAZ SOLDÁN por revisar el manuscrito preliminar del presente trabajo.

REFERENCIAS

- AINLEY, D.G., D.W. ANDERSON y P.R. KELLEY. 1981. Feeding ecology of marine cormorants in southwestern North America. *The Condor* 83: 120-131.
- AVILA, E. 1954. Potencia deyeectiva del guanay *Phalacrocorax bougainvillii*. *Bol. Cia. Admora. Guano* 1(2): 22-49.
- DUFFY, D.C. y L.J.B. LAURENSEN. 1983. Pellets of Cape Cormorants as indicators of diets. *The Condor* 85: 305-307.
- DUFFY, D.C., R.P. WILSON, y M. P. WILSON. 1987. Spatial and temporal patterns of diet in the Cape cormorant off Southern Africa. *The Condor* 89: 830-834.
- FURNESS, R.W. y P. MONAGHAN. 1987. Seabird ecology. Blackie and Son Ltd. Glasgow and London. 164 pp.

- GUILLÉN, V. 1993. Alimentación de aves guaneras y reproducción de lobos marinos en el Perú. Bol. Lima 85: 79-95.
- JAHNCKE, J. y E. GOYA. 1997. Variación latitudinal y estacional en la dieta del guanay (*Leucocarbo bougainwillii*) y el piquero peruano (*Sula variegata*) en la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 16(1): 23-41.
- JOBLING, M. y A. BREIBY. 1986. The use and abuse of fish otoliths in studies of feeding habits of marine piscivores. Sarsia. 71: 265-274.
- JOHNSTONE, I.G., M.P. HARRIS, S. WANLESS y J.A. GRAVES. 1990. The usefulness of pellets for assessing the diet of adult Shags *Phalacrocorax aristotelis*. Bird Study 37: 5-11
- JORDÁN, R. 1959. El fenómeno de regurgitaciones en el guanay *Phalacrocorax bougainwillii* y un método para estimar la ingestión diaria. Bol. Cfa. Admora. Guano 35(4): 23-40.
- KREBS, C.J. 1989. Ecological methodology. Harper and Row Publishers. New York. 654 pp.
- SCHLATTER R. y C. MORENO. 1976. Hábitos alimentarios del cormorán antártico, *Phalacrocorax atriceps bransfieldensi* (Murphy), en Isla Green, Antártica. Ser. Cient. Inst. Antárt. Chileno 4(1): 69-88.
- SIEGEL, S. 1956. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. Mc Graw-Hill Book Company, INC. New York. 312 pp.
- TOVAR, H. y N. GALARZA. 1984. Cambios en el régimen alimentario del guanay *Phalacrocorax bougainwillii*. Bol. Lima. 35: 85-91.
- TOVAR, H., V. GUILLÉN. 1989. Composición por especies del contenido estomacal de guanay. p: 307-312. En: Memorias del Simposio Internacional de los recursos vivos y las pesquerías en el Pacífico Sudeste. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Rev. Pacífico Sur (Número especial).
- VOGT, W. 1942. Informe sobre las aves guaneras. Bol. Cfa. Admora. Guano 18(13): 26,63 y129.