

BOLETIN



909

1959

50

AÑOS
AL SERVICIO
DE LA
AGRICULTURA



de

BOLETIN

de la Compañía
Administradora
DEL GUANO

DIRECTOR:

Ing. Jefe General del Departamento Técnico

■

COMITE DE REDACCION:

Personal de Ingenieros del Departamento Técnico

VOLUMEN XXXV

ABRIL 1959

Nº 4

SUMARIO

PORTADA: Fachada del Edificio de la Cía. Administradora del Guano, en Lima.

CINCUENTENARIO DE LA FUNDACION DE LA CIA. ADMINISTRADORA
DEL GUANO

AGRICULTURA: Fertilizantes sintéticos. El uso de la urea.—Por el Ing^o. Luis
Gamarra Dulanto.

BIOLOGIA:  Recuperación de guanayes (*Phalacrocorax bougainvillii*) caqué-
ticos, en cautiverio. Estudio de su ingestión y deyección.
Por el Ing^o. Mario Barreda O.

 El fenómeno de las regurgitaciones en el guanay (*Phalacrocorax
bougainvillii*) y un método para estimar la ingestión diaria.
Por el Sr. Rómulo Jordán.

QUIMICA: Importancia de la fracción orgánica del guano de las islas. Tra-
bajo presentado al VII Congreso Latinoamericano de Química.
Por el Ing^o. Químico José M. Cancino.

Este BOLETIN se publica MENSUALMENTE.

Su objeto principal es DIFUNDIR Y VULGARIZAR LOS PRINCIPIOS QUE
DEBEN REGIR EN EL MEJOR CONOCIMIENTO DEL SUELO así como el ABONA-
MIENTO REQUERIDO y todo lo que sea de interés para el agricultor del país.

Su distribución es GRATUITA entre todos los AGRICULTORES — Teléfono 72510
— Zárate 455 — Casilla 2147, LIMA.

El fenómeno de las regurgitaciones en el guanay (*Phalacrocorax bougainvillii* L) y un método para estimar la ingestión diaria*

I - INTRODUCCION

por: Rómulo Jordán S.
Biólogo

Varios investigadores, HENRY O. FORBES (1914), R. CUSHMAN MURPHY (1925), WILLIAM VOGT (1942), ENRIQUE AVILA (1954 y otros, se han referido a diversos aspectos relacionados con la alimentación del guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*). Sin embargo, dada la amplitud del problema, quedan todavía muchos puntos irresueltos; uno de los cuales he creído oportuno abordar por la importancia que representa su cabal comprensión.

Me refiero a la ingestión diaria del guanay en condiciones naturales; conocimiento que al mostrarnos una fase primordial de los hábitos alimenticios de esta especie, nos orientará mejor en la comprensión de la relación alimento consumido-guano producido, y podrá suministrar a la vez, datos de importancia para el estudio de ciertos problemas poblacionales de la anchoveta (*Engraulis ringens* JENYNS).

El afán de encontrar un método de trabajo apropiado para lograr nuestros propósitos, nos llevó a investigar uno de los fenómenos más interesantes y típicos del guanay, la regurgitación de los cuerpos no digeridos; encontrando en sus características definidas, el fundamento de un método cuantitativo, que puede resultar valioso auxiliar en las determinaciones de la ingestión total.

El presente estudio, no representa un aporte de carácter definitivo en el problema planteado; sino más bien, el camino que en el futuro podrá conducirnos a la consecución del fin

propuesto. Por esta razón, los estimados de ingestión diaria que exponemos, no deben ser considerados sino como provisionales, o mejor como índices para juzgar los alcances del método.

Hemos dividido el trabajo en dos partes. La primera, se trata del estudio de los mecanismos que regulan las regurgitaciones. En la segunda parte, se propone un método para estimar el consumo diario de alimento, a base de los cristalinios recuperados de bolos residuales y contenidos estomacales y finalmente damos los resultados provisionales.

Agradecimientos.— El presente trabajo ha sido realizado bajo los auspicios de la Compañía Administradora del Guano, organismo al que debo expresar mi agradecimiento por todas las facilidades brindadas.

Agradezco al Dr. Enrique Avila, por su gentileza en proporcionarme constantemente valiosos consejos e indicaciones de la mayor utilidad para la realización de mis investigaciones.

Mi gratitud para el Dr. Wolfgang Weyrauch, por sus amables orientaciones y enseñanzas.

Para el Dr. Hans Koepecke mis agradecimientos por las sugerencias brindadas.

Finalmente, expreso mi reconocimiento a los miembros de la Estación de Biología Marina de la isla Don Martín, y a todos los que colaboraron entusiastamente en diferentes fases del trabajo.

* Presentado para su publicación el 30 de Noviembre de 1956.

PRIMERA PARTE

II.—LAS REGURGITACIONES EN EL GUANAY

Muchos miembros de la fauna aviar marina, almacenan en su estómago los cuerpos difícilmente digeribles, para regurgitarlos luego, como materias de desecho (1).

Un fenómeno análogo es observado en algunas aves terrestres; tal es el caso, por ejemplo, de los miembros de la familia Strigidae y Falconidae.

En el caso concreto del guanay, una vez concluida la digestión, los restos duros de peces, y otros cuerpos, son expulsados envueltos por una capa pseudomembranosa, en forma de pequeños bolos residuales.

VOGT (1942), se refiere ligeramente a estas "masas de materias no digeridas", asemejándolas a los bodeques regurgitados por los buhos.

El guanay, al igual que otros miembros del Orden Pelecaniforme, expulsa ocasionalmente anchovetas semidigeridas, generalmente bajo la acción de estímulos externos, v. g., intromisión de una persona, un depredador, etc., en la colonia, como una reacción de espanto o tal vez de defensa pasiva.

Hemos observado que esta forma de actuar, por lo general, tiene lugar tan sólo cuando la disponibilidad alimenticia es óptima en grado elevado; produciéndose, en estos casos, tal cantidad de regurgitaciones, que el suelo aparece virtualmente regado de anchovetas semidigeridas al paso de una persona. La tarde del 12 de junio de 1955, por ej., pude contar hasta 5 regurgitaciones por metro cuadrado, en la isla Don Martín.

Es posible, además, que en ocasiones, éstas sean producidas simplemente por procesos antiperistálticos ligados a estados de extrema saciedad, AVILA (1956)*.

Como ha quedado expuesto, el fenómeno de las regurgitaciones en el guanay, presenta dos formas diferentes. La expulsión de bolos residuales y la expulsión de peces semidigeridos. En el presente trabajo, la primera de las nombradas nos ocupa en forma especial, a la que nos concretamos en seguida.

III.—LOS BOLOS RESIDUALES O PELOTILLAS — MECANISMO DE EXPULSION

Una vez que el guanay ha completado sus actividades diarias de pesca, vuelve al lugar de aposentamiento donde pasa la noche. A medida que la elaboración de los alimentos progresa, una capa pseudomembranosa, formada por un mucus denso, recubre las paredes internas del estómago. Para la mañana siguiente, la digestión prácticamente habrá concluido, permaneciendo en la región pilórica, únicamente los elementos duros; tales como: cristalinos, otolitos, etc.; los que, envueltos por la capa mucosa ya indicada, conforman el producto final que será expulsado antes de que el guanay reinicie sus faenas piscatorias.

Este proceso, como veremos más adelante, se repite diariamente, y es así como, cuando los guanayes salen a pescar por la mañana, quedan esparcidos, en la superficie del guano, los productos regurgitados que, por lo común, se presentan en forma de masas redondeadas de color marrón oscuro, con 3 a 5 gramos de peso, a las que denominamos bolos residuales o pelotillas.

En realidad, estos son pequeños sacos o bolsas de 5 a 10 cm., con paredes delgadas, elásticas y de consistencia algo viscosa, o mejor mucosa, que, por enrollamiento en el acto de la regurgitación, adoptan la forma más o menos esférica con que generalmente se les encuentra. (Fotografía, 1a. y 1b.).

(1) En opinión del Dr. E. Avila, el porcentaje de aves marinas que poseen esta peculiaridad fisiológica, debe ser elevado.

podemos adelantar, manifestando que la substancia de que están formados estos sacos, vale decir la envoltura de los bolos residuales son secreciones de origen gástrico. Pues, por presión y raspado de las paredes internas de estómagos vacíos, pudimos obtener un mucus con caracteres similares. Además, el hecho de haber encontrado en más de una oportunidad pelotillas cuyo contenido estuvo constituido exclusivamente por restos de moluscos y algas, refuerzan nuestra aseveración; quedando, en esta forma, al parecer descartada, la posibilidad de que sean rezagos de la secreción mucosa de la piel de peces.

La evacuación de los bolos residuales o pelotillas; requiere por parte del guanay cierto esfuerzo. Primero se suceden violentas contracciones antiperistálticas, a lo largo del esófago y estómago; al mismo tiempo que arqueando el cuello y sacudiendo la cabeza, expulsan la pelotilla que va a caer, por lo general, delante de las patas. Este acto deviene acompañado de un sonido característico, producido en la región post-palatina.

Parece que estas expulsiones solo tienen lugar en condiciones estrictamente naturales. Pues, guanayes, enjaulados y alimentados por nosotros, durante 2 y 4 días, no expulsaron; y el Ornitólogo Dr. E. Avila, quien mantuvo en cautiverio por varios meses, algunos pares de guanayes, nos informó en el mismo sentido.

Por otra parte, hemos observado que esta manera de actuar, comienza a manifestarse en cierta etapa de la vida del guanay. Los polluelos de pocas semanas no regurgitan y sólo pudimos constatar este acto a partir de guanayes juveniles, de 3 a 4 meses de edad; esto es, cuando ya son perfectos voladores y pueden efectuar sus primeras incursiones de pesca.

Pudimos observar que, aproximadamente, unas 3 horas antes que los guanayes comienzan a salir a pescar, las regurgitaciones todavía no se producen, o lo son en muy poco número, aumentando a medida que la hora en que dejarán la isla se aproxima. En esta forma, el mayor número de expulsiones se constató



Fotografías 1a. y 1b. — Dos aspectos del bolo residual. Tamaño natural

entre las 7 y 9 de la mañana, horas que a la vez concuerdan con la salida de los guanayes. En la Tabla 1, gráfico I, mostramos 52 observaciones que se refieren a las horas de días diferentes, en que los guanayes comenzaban a salir en busca de alimento, entre los meses de marzo y octubre de 1955. Los mismos días se efectuaron observaciones sobre las horas en que se producían las regurgitaciones; indicando con trazo punteado, la concentración hipotética de éstas, en función de las horas que los guanayes salían a pescar. El trazo resulta hipotético, por no haber sido posible expresar cuantitativamente las observaciones del número de regurgitaciones en relación con la hora de salida de las aves.

T A B L A I

Observaciones: Resultados porcentuales de 52 que se refieren a las diferentes horas en que la población de guanayes comenzó a salir, por primera vez, en busca de alimento en diferentes días, entre Marzo-Octubre, 1955.

Hora de salida	No de salidas	%
06.30—06.59	2	3.8
07.00—07.29	3	5.8
07.30—07.59	8	15.4
08.00—08.29	9	17.3
08.30—08.59	9	17.3
09.00—09.29	13	25.0
09.30—09.59	7	13.5
10.00—10.29	1	1.9
TOTALES:	52	100.00

Se ha dicho que el fenómeno de las regurgitaciones podría estar asociado con la presencia de malofagos en la garganta del guanay (VOGT 1942); sin embargo, nos parece factible aceptar asociaciones involuntarias de orden psico-fisiológico, entre el impulso a salir a pescar, el grado de digestión (últimos estudios) y tal vez el tiempo atmosférico.

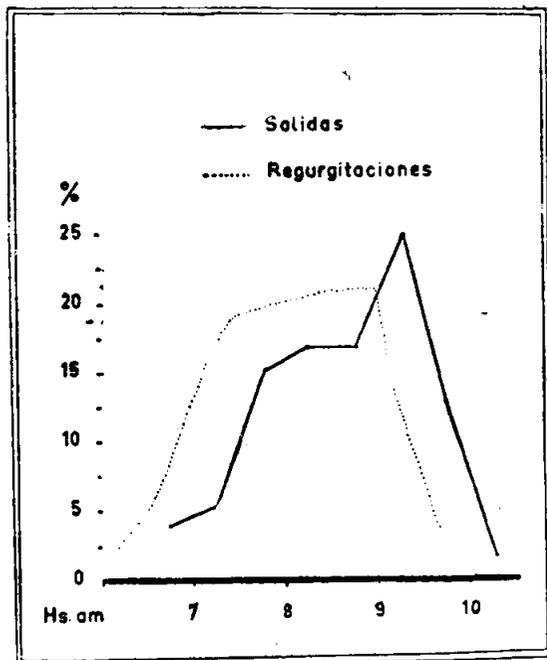


GRAFICO 1.— Representación hipotética del número de regurgitaciones en relación con las horas que los guanayes salen a pescar.

IV.—CONTENIDO DE LOS BOLOS RESIDUALES

En el fondo cerrado de los sacos mucoides, a los que denominamos en conjunto, bolos residuales o pelotillas, se encuentran los cristalinos (parte dura y esférica de los ojos), otolitos (sagita o saculito), que son concreciones calcáreas situadas en la cápsula auditiva; con frecuencia vértebras, espinas y escamas; en ciertos casos, restos de gasterópodos, lamelibranchios, crustáceos, cefalópodos, algas, etc.

Los cristalinos, cuerpos de mayor constancia en los bolos residuales, presentan ciertas particularidades, de acuerdo al tiempo que permanecen dentro del estómago del guanay.

Exámenes de bolos residuales, estómagos de guanayes emaciados con evidentes muestras de no haber ingerido alimento durante algunos días y la recuperación de cristalinos de guanayes alimentados en cautiverio y luego sacrificados después de 1, 2 y 3 días; nos han permitido distinguir los cristalinos que corresponden a peces digeridos dentro de las primeras 24 horas, a partir de su ingestión, de aquellos que permanecen en el estómago por mucho más tiempo.

Los primeros a los que llamaremos cristalinos "recientes", son de color blanquecino, sin transparencia, con superficie lisa o ligeramente amarillentos con algunas cisuras poco pronunciadas.

Los segundos a los que denominaremos "antiguos", son de un color que varía entre el cas-

taño y marrón oscuro, casi negro, con surcos generalmente pronunciados.

Los otolitos, cuerpos que frecuentemente son usados en biología pesquera para las determinaciones de edad; presentan tamaños y estructuras morfológicas muy propias que le dan también valor taxonómico, en muchos casos, el suficiente para llegar al grado especie.

Por comparación de otolitos "tipo", extraídos de peces previamente identificados, con los obtenidos de los bolos residuales, llegamos a determinar con certeza en la mayor parte de veces, la especie de los peces ya digeridos; los que con frecuencia variable, al examinar con este fin 300 bolos residuales, se presentaron en el siguiente orden:

Anchoveta (*Engraulis ringens* JENYNS)
(*Engraulidae*) 96%.

Lorna (*Sciaena deliciosa* TSCHUDI) (*Sciaenidae*) 1%.

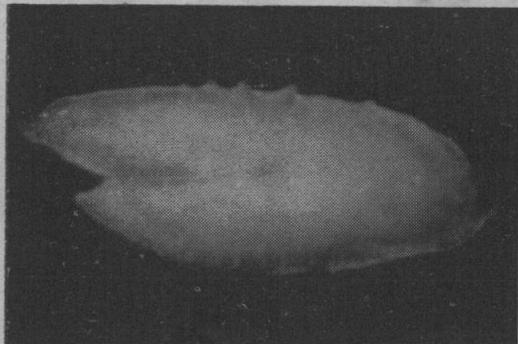
Pejerrey (*Austromeniidae regia* HUMBOLDT y VALENCIENNES) (*Aterinidae*) 1.0%.

Machete (*Ethmidium chilcae* HILDEBRAND)
(*Clupeidae*) 0.5%.

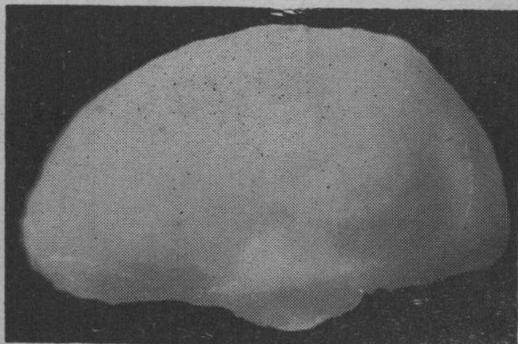
Lisa (*Mugil cephalus linnaeus*) (*Mugilidae*)
0.5%.

Peces indeterminados 0.2%.

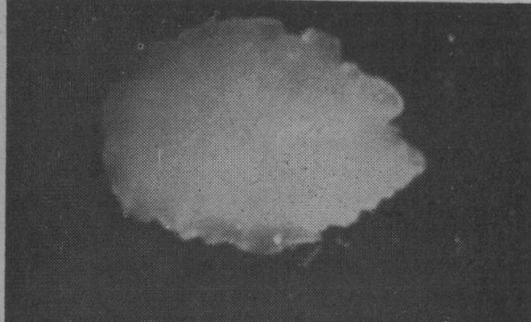
En las láminas Nos. 1, 2, 3, 4 y 5, se muestran los otolitos "tipo" de los peces citados.



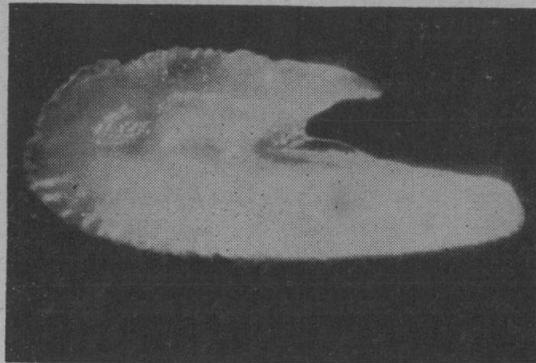
LAMINA I.—Otolito de una "anchoveta" (*En-*



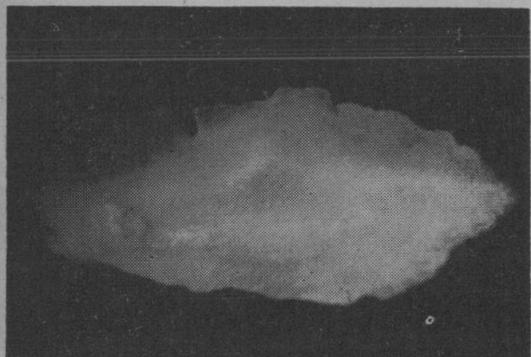
LAMINA II.—Otolito de "lorna" (*Sciaena de-*



LAMINA III Otolito de "pejerrey" (*Austromeniidae regina* HUMBOLDT and VALENCIENNES), de 92 mm.; aumentando 16 veces aproximadamente.



LAMINA IV.—Otolito de "machete" (*Ethmidium chilcae* HILDEBRAND), de 210 mm.; aumentado 12 veces aproximadamente.



LAMINA V.—Otolito de "lisa" (*Mugil cephalus* LINNAEUS), de 285 mm.; aumentando 10 veces aproximadamente.

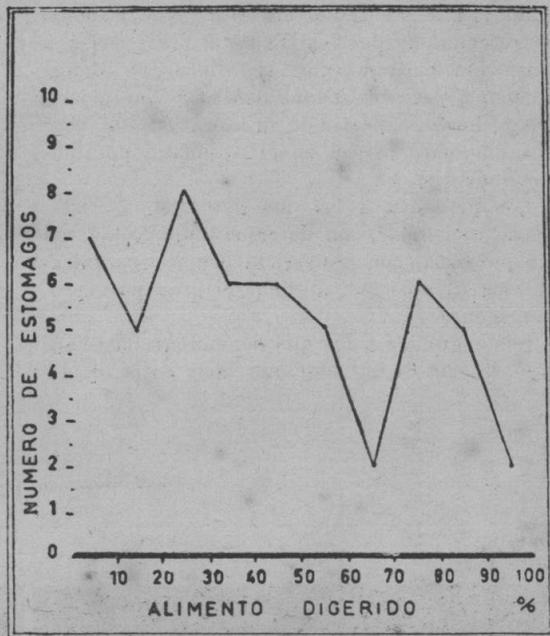


GRAFICO IV.— Distribución de la cantidad relativa del alimento digerido por 52 guayanes, en el tiempo que media desde la alimentación hasta el momento del examen estomacal.

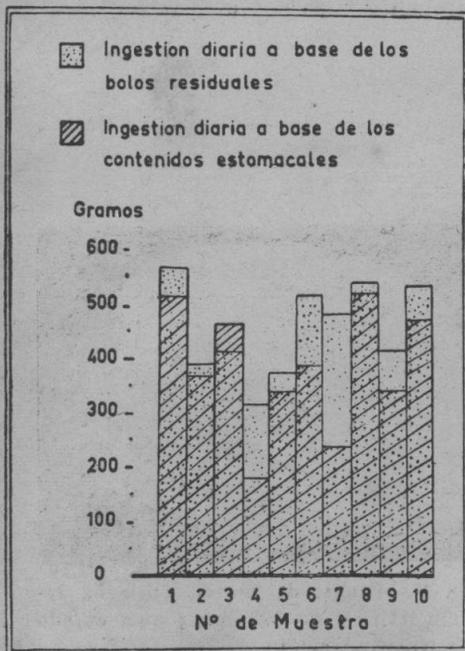


GRAFICO II.—Comparación de los promedios de ingestión diaria para cada muestra, calculados a base de los cristalinicos de bolos residuales y contenidos estomacales.

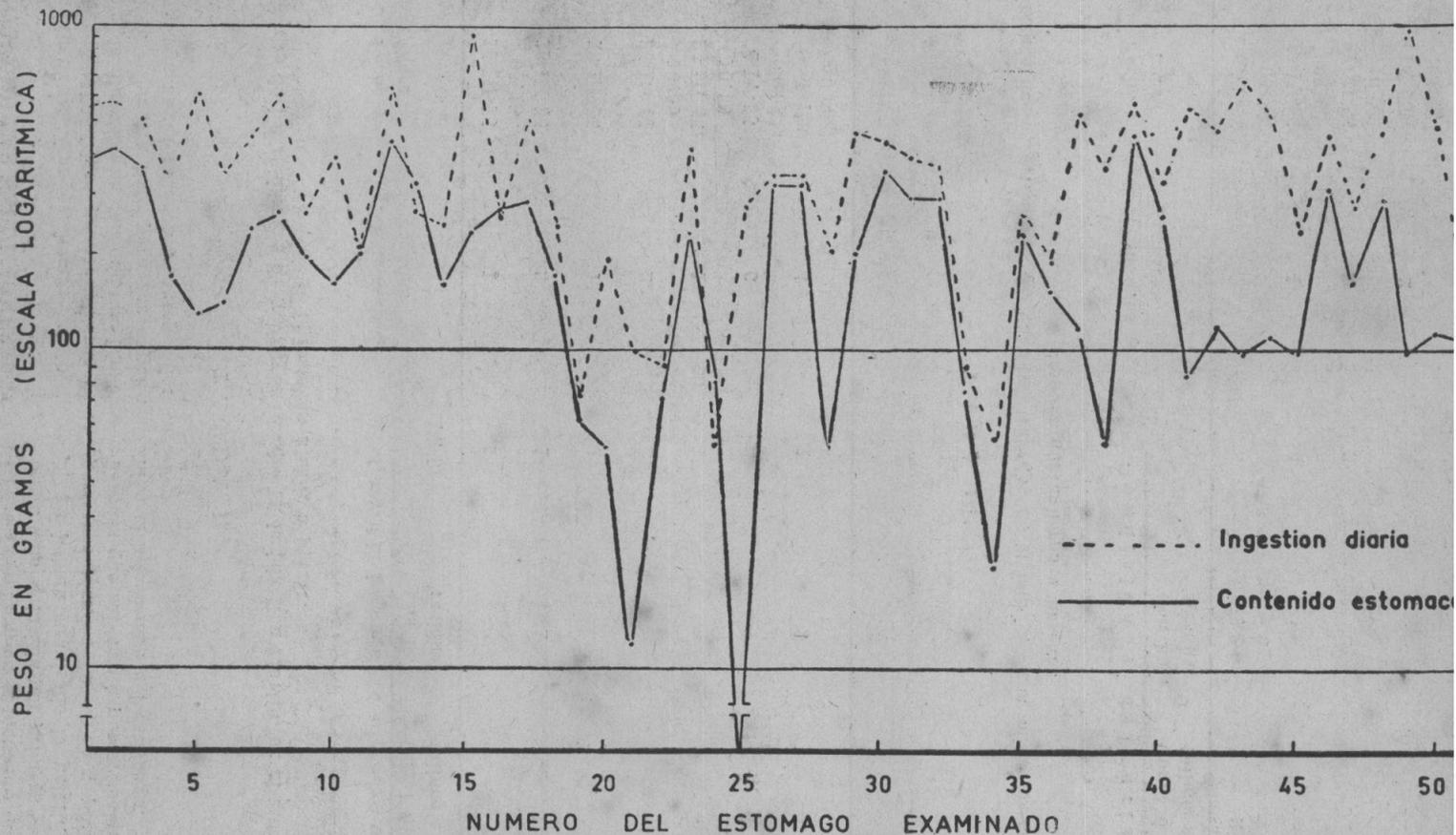


GRAFICO III.—Pesos de la ingestión diaria (determinada por medio del recuento de los cristalinós hallados en los estómagos de guanazados entre 13.00 y 16.00. Comparados con los pesos respectivos del alimento encontrado en el estómago de cada uno de dichos guanazados).

V.—RITMO DE LAS EXPULSIONES

Examinando estómagos, hemos visto, que, por lo general, en las primeras horas de la mañana, la digestión ha concluído y el bolo residual se encuentra listo para ser expulsado.

De 18 guanayes cazados y autopsiados en

fechas diferentes, en el momento que se aprestaban a dejar la isla por primera vez en el día, 13 ya habían expulsado la pelotilla; y de 16 guanayes cazados en el mar, pocos minutos después que salieron a pescar, solamente 2 tenían el bolo dentro del estómago.

T A B L A II

Exámenes de los estómagos de guanayes cazados en la isla Don Martín, en el momento que se aprestaban a salir a pescar.

Fecha y hora	Nº de aves cazadas	Condiciones del estómago		
		Vacío	Con bolo residual	Con 1 ó 3 cristalinos sueltos
15-III-55 08.15	1	1	—	—
16-III-55 08.30	3	1	1	1
18-III-55 13.30	1	1	—	—
25-III-55 10.00	2	2	—	—
26-III-55 10.30	1	1	—	—
4-IV-55 09.05	6	3	1	2
9- I -56 08.00	4	1	3	—
Totales	18	10	6	3

T A B L A III

Exámenes de los estómagos de guanayes cazados en el mar, a una milla de la isla Don Martín, poco después que salieron a pescar

Fecha y hora	Nº de aves cazadas	Condiciones del estómago		
		Vacío	Con bolo residual	Con 1 ó 3 cristalinos sueltos
6-IV-55 08.30	7	3	2	2
10-IV-55 08.30	4	4	—	—
22-VI-55 10.30	3	3	—	—
8-IX-55 08.07	2	2	—	—
Totales	16	12	2	2

Las pocas veces que salen a pescar todavía con la pelotilla en el estómago, expulsarán esta en el mar, salvo casos excepcionales. El 22 de mayo y el 3 de setiembre de 1955, pude observar cómo 2 guanayes regurgitaban el bolo residual en pleno vuelo, a 1 y 3 millas de isla Don Martín.

Con el fin de obtener más datos sobre la constancia con que se producen estas expulsiones; contamos en la isla el número de pelotillas por metro cuadrado, en un sector fijo, obteniendo valores semejantes en días sucesivos, especialmente cuando las aves se encontraban

en proceso de nidificación. Cuando los guanayes habían iniciado recién el proceso de "territorialización", se observaron algunas variaciones marcadas en el número de pelotillas, posiblemente debido a naturales fluctuaciones en la población aviar, en este período preparatorio.

Los valores obtenidos por medio del método de los recuentos por áreas, nos ha sugerido a la vez, que luego de los debidos pulimentos éste procedimiento podría ser utilizado como auxiliar en cierta clase de censos poblacionales.

T A B L A IV

Recuento de bolos residuales por metro cuadrado en días sucesivos, cuando los guanayes iniciaban el proceso de "territorialización". Agosto, 1956.

Area	5-VIII	6-VIII	7-VIII	8-VIII	9-VIII
A	18.8	17.9	13.5	7.5	7.4
B	20.6	12.2	—	10.2	9.4
C	—	—	11.4	12.2	14.3

T A B L A V

Recuento de bolos residuales por metro cuadrado en días sucesivos, cuando los guanayes se encontraban en proceso de anidación y postura. Agosto, 1955.

Area	7-VIII	8-VIII	9-VIII	10-VIII	11-VIII
A	4.1	3.5	5.1	—	—
B	—	5.2	3.1	—	6.0

Todos los datos expuestos, nos permiten afirmar que la expulsión de los bolos residuales tiene lugar diariamente, por lo general en la isla. Es posible sin embargo, que en condicio-

quedar en el estómago más de un día; suposición que se desprende del hecho de haber encontrado a veces varios cristalinios "antiguos", que como sabemos, corresponden a peces inge-

CRISTALINOS Y OTOLITOS CONTENIDOS EN LOS BOLOS RESIDUALES

Conocida la constancia con que los bolos residuales son formados y regurgitados; resulta de capital importancia responder a la pregunta: ¿En qué medida el número de cristalinos y otolitos contenidos en estos originales sacos, representa a la totalidad de peces ingeridos?

alimentados con un número determinado de anchovetas y encerrados en jaulas hasta el día siguiente. Practicada la autopsia, entre las primeras 12 horas, la recuperación de cristalinos en 2 de ellos fué total; mientras que en el tercero faltaron 2, los que tal vez se perdieron en la masa de carne regurgitada algunas horas después de haberle suministrado las anchovetas. El número de otolitos recuperados fue menor en los 3 casos.

T A B L A VI

Recuperación experimental de cristalinos y otolitos, de estómagos de guanayes alimentados con anchovetas.

ALIMENTACION				RESULTADOS				
Guanay Nº	Fecha y hora de alimentación	Nº de anchovetas em- pleadas	Peso total de alimen- to (Grms.)	Fecha y hora de autopsia	Nº de crist. re- cuperados	Nº de Otol. re- cuperados	Ind. de recuperac. %	
							Cristalinos	Otolitos
1	7-VII-55 20.15	21	225.7	8-VII-55 08.30	40	34	95	81
2	9-VIII-55 14.30	12	220.5	10-VIII-55 18.20	24	19	100	79
3	9-VIII-55 14.50	12	230.0	10-VIII-55 10.20	24	14	100	58
Promedios:							98.3	72.6

Valiéndonos de las características establecidas para los cristalinos que permanecen más de un día en el estómago del guanay sin ser expulsados; al examinar 141 pelotillas y 53 estómagos encontramos que el 6% de éstos, contenían uno o más cristalinos "antiguos". Esto nos estaría indicando que, en esta medida, los bolos residuales no son regurgitados, o que, a pesar de haberse producido ésta, quedaron rezagados en el estómago parte de los cristalinos; los que, en tal caso, influirán en los índices de recuperación.

Es posible que el porcentaje expresado, pueda ser rebajado con un mayor número de observaciones; ya que, las pelotillas de los meses de abril y junio, destacan por la mayor frecuencia de cristalinos "antiguos"; debido,

posiblemente, a alguna irregularidad ocasional en el mecanismo fisiológico de las regurgitaciones.

Los elementos de juicio expuestos, nos permiten inferir provisionalmente, que, a lo más un 6% de pelotillas acusará pérdida de cristalinos, pérdida que tal vez varía de 10 a 30%; mientras que en el 94%, la recuperación será muy cercana a los 100%.

Finalmente, si como factor de seguridad, suponemos todavía que por causas diversas, todos los bolos residuales examinados acusan un 3% de pérdida más sobre los valores obtenidos en nuestro experimento; tendremos que:

En 94 de cada 100 bolos residuales examinados, la recuperación de cristalinos sería de

por lo menos 95% y en los 6 restantes, de unos 70 a 90%.

Una indicación sugestiva del alto grado de recuperación de cristalinos, nos proporciona el Cuadro III, en el que se puede observar la correlación entre el número promedio de estos cuerpos procedentes de contenidos estomacales, con el de los bolos residuales. Resultados comparables, por corresponder a un mismo día de pesca.

Los otolitos, casi en la totalidad de bolos residuales examinados, acusaron pérdida considerable. El grado de recuperación es posiblemente sólo del 50 al 70% en promedio (ver Tabla VI).

Cuerpos tales como vértebras, espinas y escamas, son componentes poco frecuentes de los bolos residuales; lo que nos está indicando

que éstos, en forma más intensa que los otolitos, sufren en el estómago del guanay, los efectos mecánicos y químicos; entre los que posiblemente debe tener principal papel, el ácido clorhídrico.

En un corto experimento, hemos podido ver que este componente químico, no produce desgaste alguno en los cristalinos aun en diluciones tan bajas como 1/10; mientras que los elementos óseos, incluyendo otolitos, fueron rápidamente desintegrado hasta al 1/500.

Para cerrar el presente apartado, indicaremos que cuerpos tan pequeños como son los cristalinos y otolitos, permanecen en el estómago del guanay, hasta ser finalmente expulsados, gracias a la eficaz acción selectiva de la válvula pilórica; la que solo deja pasar a los intestinos, una sustancia simifluida, exenta de partículas no trituradas.

SEGUNDA PARTE

VII.—ESTIMADOS DE INGESTION DIARIA

Conocer el peso total del alimento ingerido en condiciones naturales, para cualquier especie bajo estudio, resulta por lo general, tarea poco menos que imposible; por la dificultad que representa el determinar la parte que habrá sido digerido hasta el momento del examen.

VOGT (1942), hace resaltar esta dificultad al estudiar la ingestión en el guanay; dando los primeros resultados tentativos a base de 23 contenidos estomacales examinados, cuyo peso promedio fue de 114.17 \pm 22.5 gramos. Agregando a este valor medio, 3 desviaciones standard y suponiendo que las aves habrían ingerido 50% más de lo encontrado en los estómagos; este investigador calculó en 316.1 gramos la máxima ingestión diaria probable.

AVILA (1954), por medio de una proporción bioquímica y tomando como base 60.94 gramos, como la cantidad promedio de guano depositado por cada guanay en un día; estimó en 475 gramos, por lo menos, el alimento ingerido diariamente por cada una de las aves de su experimento.

Estos primeros intentos, dejaron todavía la tarea de encontrar un método de trabajo, que permitiéndonos extender el estudio de la ingestión a lo largo del ciclo vital de esta especie, nos proporcionen a la vez, si fuera posible, datos más ceñidos a la realidad; contando en tal forma con el elemento básico para la mejor comprensión de la relación alimento ingerido

diaria del guanay, a base de los cristalinos encontrados en los bolos residuales y contenidos estomacales, esperamos señalar un camino apropiado de aproximación al problema indicado.

VIII.—CONDICIONES DE TRABAJO

Como hemos visto en la primera parte del presente estudio, las características definidas que tipifican el instinto de las regurgitaciones en el guanay, abren campo propicio para estimados cuantitativos y cualitativos del alimento consumido.

Partimos, entonces, del fundamento de que los bolos residuales o pelotillas, son producidos en forma regular en la isla; que estos, a su vez, contienen por lo general un porcentaje elevado (alrededor de 95%) de cristalinos; por medio de los cuales nos es dable conocer, con bastante aproximación, el número de peces ingeridos; mientras que los otolitos nos permiten distinguir, en la mayor parte de veces, la especie de éstos.

Ahora bien, para determinar la ingestión en condiciones óptimas, necesitamos conocer el peso individual de los peces devorados. No disponemos, por el momento, de este dato; pero ha, sido posible asignar a cada lote o muestra de bolos residuales y estómagos examinados, un peso promedio calculado a base de anchovetas obtenidas de contenidos estomacales en la forma que indicaremos más abajo.

1000 bolos y otros... nes de bolos residuales, las que se realizaron al día siguiente de haberse practicado aquella, aproximadamente a las 10 de la mañana. En esta forma, los datos resultantes de 10 muestras, podrán ser comparables; por corresponder en cada caso a un mismo día de pesca.

Todo el material de trabajo fue recolectado en la isla Don Martín, durante los meses de marzo, abril, junio, agosto y setiembre de 1955.

Los bolos residuales fueron cuidadosamente examinados, individualizando por filtraciones sucesivas y eliminación de sustancias extrañas, todos los cristalinos y otolitos; los que luego fueron contados previa distinción de los cristalinos "antiguos" y "recientes", según las características establecidas.

En el caso de los estómagos, primeramente, todo el contenido era pesado, luego las anchovetas en buen estado medidas, extrayendo seguidamente los cristalinos de los globos oculares y de la masa de carne semidigerida, en la forma indicada para los bolos.

IX.—CONSERVACION DE CRISTALINOS A PESO DE ALIMENTO

Una vez conocido con bastante aproximación, el número de peces ingeridos por un guanay en un día por medio del recuento de cristalinos contenidos en cada estómago o bolo residual; necesitamos traducir estos valores a peso.

Una forma sencilla sería multiplicar la semisuma del número de cristalinos por un peso promedio general de las anchovetas, digamos 15 gramos (peso promedio aproximado para las anchovetas que son obtenidas por los pescadores), CLARK (1954). En esta forma, conseguiremos solamente, una indicación vaga de la realidad, ya que no consideramos el tamaño o tamaños por lo menos suficientemente aproximados, de los peces que sirven de alimento a las aves. Esto es, pasamos por alto las preferencias alimenticias que pudiera tener el guanay con respecto al tamaño de su presa; o a las normales variaciones en la disponibilidad de los cardúmenes de anchovetas, compuestos por peces de diferentes tamaños.

Para salvar, por lo menos parcialmente, esta dificultad, a pesar de la complejidad de los factores implicados; utilizamos las longitudes standard de las anchovetas obtenidas de los contenidos estomacales. Estas longitudes, al proporcionarnos una idea general sobre la composición de tamaños de los peces depredados por la colonia de guanayes, para los días particulares en estudio; hacen posible su uti-

los cristalinos a peso de alimento.

Primeramente, en forma independiente para cada fecha de exámenes estomacales, se obtuvo la longitud promedio de las anchovetas, la que luego fue transformada en peso, por desarrollo de la fórmula peso-longitud, en su forma logaríthica:

$$\log P = \log. a + \times \log. L; \text{ donde}$$

$a = 6.5378$, $\times = 3.2485$; constantes determinadas para anchovetas de 1 a 150 mm. de longitud standard, CLARK (1954). L se sustituyó para cada muestra por la longitud promedio de las anchovetas obtenidas de los estómagos. En el Cuadro I, presentamos los pasos seguidos.

Los pesos logrados en esta forma, constituyen los índices, que al ser multiplicados por el número de cristalinos procedentes de bolos residuales y estómagos, dividido por 2, nos proporcionan los estimados de ingestión diaria.

X.—RESULEADOS DE LA APLICACION DEL METODO Y DISCUSION

La aplicación del método se efectuó tomando como base 76 bolos residuales y 53 contenidos estomacales recolectados en la isla Don Martín, entre marzo y setiembre de 1955.

En el Cuadro II, presentamos los cálculos de ingestión diaria a base de los cristalinos encontrados en los bolos residuales, tomando como índices de conversión para pasar del número de peces a peso, los valores obtenidos en el Cuadro I.

El mayor número de cristalinos encontrados en los bolos residuales, considerando únicamente los "recientes", fue de 403 (muestra 16 del 10-IX-55), con un mínimo de 0 (muestra 2 del 14-IV-55). Los valores extremos para los otolitos fueron de 177 (muestra 10 del 5-IX-55) y 0 (varias muestras).

Para los estómagos, el número máximo de cristalinos fué de 244 (muestra 3 del 19-IV-55), con un mínimo de 12 (muestra 4 del 14-VI-55).

Consignamos el hecho de que, al examinar algunos estómagos de *Phalacrocorax atriceps atriceps*. BAHAMONDE N. (1952), contó hasta 298 otolitos en uno de ellos. R. C. MURPHY (1925) indica haber encontrado en una ocasión, por lo menos 76 anchovetas de unas 4 a 5 pulgadas de longitud, en el estómago de un guanay.

El peso promedio del alimento encontrado en 52 estómagos examinados por nosotros, fue

de 189.2 gramos; incluyendo los valores extremos de 442.0 (muestra 8 del 7-VIII-55) y 1.0 gramos (muestra 4 del 14-VI-55).

Todos los cristalinos fueron considerados como de anchovetas. El factor de error introducido en esta forma es posiblemente pequeño, ya que solo en el 4% de casos constatamos otolitos que no eran de anchovetas; y, como es sabido, por lo menos el 97% de la dieta del guanay, lo constituyen estos engráulidos, AVILA (1954).

La ingestión diaria promedio obtenida a base de las 76 pelotillas fue de 440.79 gramos, con una desviación standard de 169.34; y el de los contenidos estomacales, 378.96 gramos, con una desviación standard de 188.85.

El cálculo en gran parte indirecto, del tamaño y peso de los peces ingeridos, especialmente tratándose de los bolos residuales, constituye una de las limitaciones del método que debe ser tomada en cuenta. Por otra parte, ya hemos visto que la recuperación de cristalinos fué, aproximadamente, de 95%; por consiguiente, los pesos de ingestión calculados, serán estimaciones que se refieran a esta parte de la ingestión total.

Promediando los valores obtenidos, por medio de los contenidos estomacales y bolos residuales, tendremos 409.87 gramos. De tal manera que, la ingestión total por día para una recuperación del 100% de cristalinos, sería de 431 gramos.

Al comparar los promedios de ingestión diaria, para cada muestra de bolos residuales y contenidos estomacales (Cuadro III, Gráfico II), vemos que los resultados de ingestión, en rasgos generales, son similares, con una ligera diferencia en exceso para los primeros; diferencia, que tal vez, sea debido al número reducido de pelotillas y estómagos analizados en cada muestra o por algún mecanismo todavía indeterminado.

Para el caso de los estómagos examinados; la diferencia entre la ingestión diaria calculada a base de los cristalinos ("T"), y el peso del contenido estomacal tomado en el momento del examen ("t"), nos indicará en forma aproximada, teniendo en cuenta las limitaciones del método, la cantidad de alimento digerido por las aves ("d"), en el lapso de tiempo que media desde la ingestión de los peces hasta el momento del examen; es decir "T"—"t" = "d".

Se preparó el Gráfico III, en el que aparecen inscritos en escala semilogarítmica, los valores que se refieren a los pesos de "T" y "t". Como se puede observar, en 3 estómagos "t" sobrepasó ligeramente a "T"; lo cual

naturalmente no está de acuerdo con la realidad, interpretándose entonces como errores debidos al método. En este gráfico podemos ver claramente la relación entre la ingestión diaria y el peso del contenido estomacal; a la vez que, podemos formarnos una idea sobre la variabilidad de la cantidad de alimento digerido hasta el momento del examen estomacal.

Para completar esta visión; en una tabla de frecuencias, fueron agrupados los valores porcentuales de las cantidades de alimento digerido con respecto a la ingestión diaria, para cada uno de los estómagos estudiados, según

la proporcionalidad siguiente: $\frac{"T"}{100} = \frac{"d"}{x}$ y se preparó el Gráfico IV.

El promedio de digestión en los 52 estómagos analizados, fué aproximadamente de 46%, con una amplitud de variación de 0 á 99%.

XI.—RESUMEN Y CONCLUSIONES

1º—El fenómeno de las regurgitaciones de cuerpos no digeridos, está regulado en el guanay con caracteres definidos, por un mecanismo de orden psico-fisiológico que lo acerca a la categoría de instinto.

Principalmente cristalinos y otolitos, constituyen los materiales de desecho. Estos cuerpos permanecen en el estómago de un día a otro, debidamente encerrados en un pequeño saco mucoide acondicionado, siendo expulsado por las mañanas, en forma de bolos residuales o pelotillas. Las regurgitaciones tienen lugar, por lo general, en la isla, con mayor frecuencia entre las 07.00 y 09.00, antes que los guayanes comiencen sus actividades diarias de pesca.

2º—Los cristalinos encerrados dentro de estos bolos, representan con alto grado de fidelidad, el número de peces ingeridos por un guanay durante un día. El grado de recuperación de cristalinos, calculado con criterio moderado, fué el siguiente: De cada 100 pelotillas examinadas, 94 contendrían, por lo menos, 95% de cristalinos y los 6 restantes, el 70 a 90%.

La recuperación de otolitos sería sólo de 60 a 70% en promedio.

3º—Destaca el hecho de que estudios sistemáticos de bolos residuales, pueden suministrar datos complementarios más o menos concretos sobre diferentes aspectos relacionados con los hábitos alimenticios del guanay. Existe, a la vez, la posibilidad de que los re-

cuentos de bolos residuales por unidad de superficie, pueden ser utilizados como elemento auxiliar en cierta clase de censos poblacionales.

4º—Por medio de los otolitos encontrados en los bolos residuales, fue posible, casi en todos los casos, la identificación espeziológica de los peces ya digeridos.

Se constató, a la vez, que los guanayes pueden ingerir organismos invertebrados; tales como: crustáceos y cefalópodos; y algas.

5º—Ha sido posible desarrollar un método, para estimar la ingestión diaria por ave, a base de los cristalinos encontrados en los bolos residuales y contenidos estomacales; obteniendo, para el efecto, un índice de conversión a partir de las longitudes standard de anchovetas extraídas de estómagos de guanayes cazados exprofeso.

6º—El método fue aplicado con carácter experimental a 76 bolos residuales y 53 contenidos estomacales. Es decir, en total 126 guanayes estudiados con este fin, en gran parte durante el período post-reproductivo (marzo-setiembre).

La ingestión diaria promedio, lograda a base del material indicado, fué de 440.79 gra-

mos, con una desviación standard de 169.34, para los bolos residuales; y 378.96 gramos, con una desviación standard de 188.85 para los estómagos. Valores estimados tomando como base por lo menos el 95% de la ingestión total.

Calculando con el valor medio de 409.87 gramos; la ingestión total diaria por ave sería de 431 gramos aproximadamente.

Dados los propósitos del presente trabajo, las cantidades expresadas, no deben ser tomadas sino como provisionales, e iniciales del estudio sistemático que abarque todo el ciclo vital de la especie.

7º—La aplicación del mismo método para los contenidos estomacales, nos ha permitido señalar la forma en que puede ser conocida la cantidad de alimento digerido hasta el momento en que los estómagos son analizados.

Su cálculo para 52 estómagos, se realizó restando el peso de alimento encontrado en cada estómago, del peso de ingestión diaria. Los valores obtenidos en esta forma y expresados en tantos por ciento, se distribuyeron con una amplitud de variación bastante grande (de 0 a 99%), siendo el promedio de alimento digerido antes de la caza, 46%.

CITA BIBLIOGRAFICA

AVILA, E.:

1953 Sobre el "Factor de Condición" usado en Biología Pesquera. Bol. Cient. de la Cía. Admora. del Guano, Vol. I, Nº 1, p. 19-32.

1954 Potencia Deyectiva del Guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*). Bol. Cient. de la Cía. Admora. del Guano, Vol. I, Nº 2, P. 21-49.

BAHAMONDE N, N.:

1955 Alimentación de Cormoranes o Cuervos Marinos (*Phalacrocorax atriceps*; *Ph. magellanicus* y *Ph. olivaceus*). Inv. Zool. Chilenas, Vol. II, Fasc. 8, p. 132-133.

CLARK, F. N.:

1954 Biología de la Anchoveta. Bol. Cient. de la Cía. Admora. del Guano, Vol. I, Nº 2, p. 98-132.

DASMANM, R. F. y R. D. TABER.:

1955 A comparison of four Deer Census Methods, Calif. Fish & Game, Vol. 41, Nº 3, p. 225-228.

GIFFORD F., O.:

1956 Método para la Determinación Cuantitativa del alimento en el "Bonito", *Sarda chilensis*. Pesca y Caza, Ministerio de Agricultura, Lima. p. 57-58.

MAYAUD, N.:

1950 Alimentation.—Les Ichthyophages. p. 671-673. Tomo XV Oiseaux, *Traité de Zoologie*. Publicado por Pierre P. Grassé, Masson et. Cie. Editeus, Paris.

MURPHY, R. C.:

1925 Bird Island of Perú. G. P. Putnam's Sons, New York y London, p. 79.—En Avila, 1954.

PHILIPPI B, R. A., J. D. GOODALL y A. W. JOHONSON:

1951 Las Aves de Chile. Tomo 2º, Buenos Aires, Platt. Estab. Gráficos S. A.

REINHARD R., O. F. N.:

1944 Psicología Animal. Espasa Calpe, Argentina S. A.

SCHWEIGGER, E.:

1947 El Litoral Peruano. Edit. por la Cía. Admora. del Guano, Lima, 262 p.

TUCK, L. M. y H. J. SQUIRES:

1955 Food and Feeding habits of Brunnich's murre (*Uria lomvia lomvia*) on Akpatok Island. J. Fish. Res. Bd. Canadá, Vol. XII, Nº 5, p. 781-792

VOGT, W.:

1942 Informe sobre las Aves Guaneras. Bol. de la Cía. Admora. del Guano, Vol. XVIII Nº 3

C U A D R O I

Conversión de longitud a peso, de las anchovetas obtenidas
de los contenidos estomacales

CONTENIDOS ESTOMACALES				CONVERSION DE LONGITUD A PESO ($\text{LOG P} = 6.5378 + 3.2485 \text{ LOG L}$)		
Muestra	Nº de ancho las anchovet.	Longitud Standard promedio de vetas medidas	Tamaños extremos de las anchovetas	$\log L \times 3.2485$	$+ 6.5378$	Antilog. (peso en Grms).
1	25	121.0	135.0 111.0	6.7670	1.3048	20.18
2	39	92.0	117.0 60.0	6.3793	0.9171	8.26
3	52	89.7	125.0 58.0	6.3436	0.8814	7.61
4	10	94.7	105.0 67.0	6.4201	0.9579	9.07
5	31	105.1	130.0 83.0	6.5671	1.1049	12.73
6	21	102.6	116.0 88.0	6.5331	1.0711	11.78
7	17	101.8	120.0 80.0	6.5221	1.0599	11.48
8	10	118.2	130.0 100.0	6.7329	1.2707	18.65
9	10	99.0	111.0 90.0	6.4828	1.0206	10.62
10	12	91.8	112.0 82.0	6.3762	0.9140	8.20

C U A D R O I I

Ingestión diaria a base de los cristalinicos encontrados en los bolos residuales, tomando como índices de conversión para pasar del número de peces a peso, los valores obtenidos en el Cuadro I.

Muestra Nº	Bolo residual Nº	INGESTION DIARIA		Peso Gms.
		Nº de peces ingidos	Indice de conversión	
1	1	34	20.18	686.1
	2	32		645.8
	3	18		363.2
2	1	58	8.26	479.1
	2	58		479.1
	3*	—		—
	4	58		479.1
	5	11		90.9
3	1	69	7.61	525.1
	2	28		213.1
	3	79		601.2
	4	55		418.6
	5	53		403.3
	6	42		319.6
	7	58		441.4
4	1	28	9.07	254.0
	2	15		136.0
	3	73		662.1
	4	38		344.7
	5	71		644.0
	6	7		63.5
	7	16		145.1
	8	39		353.7
	9	18		163.3
	10	54		489.8
	11	17		154.2
	12	29		263.0
	13	47		426.3
5	1	29	12.73	369.2
	2	43		547.4
	3	40		509.2
	4	34		432.8
	5	34		432.8
	6	14		178.2
	7	23		292.8
	8	36		458.3
	9	12		152.8
	10	24		305.5

* Se trata de un bolo residual que contenía exclusivamente cristalinicos "antiguos" (ver cuadro I).

C U A D R O I I

(Continuación)

Ingestión diaria a base de los cristalinos encontrados en los bolos residuales, tomando como índices de conversión para pasar del número de peces a peso, los valores obtenidos en el Cuadro I.

Muestra Nº	Bolo residual Nº	Nº de peces ingeridos	INGESTION DIARIA	
			Índice de conversión	Peso Gms.
6	1	29	11.78	341.6
	2	33		388.7
	3	52		612.6
	4	44		518.3
	5	45		530.1
	6	36		424.1
	7	40		471.2
	8	66		777.5
	9	50		589.0
7	1	48	11.48	551.0
	2	32		367.4
	3	56		642.9
	4	31		355.9
	5	43		493.6
8	1	19	18.65	354.4
	2	36		671.4
	3	29		540.8
	4	25		466.2
	5	28		522.2
	6	29		540.8
	7	38		708.7
9	1	39	10.62	414.2
	2	27		286.7
	3	53		562.8
	4	36		382.8
	5	40		424.8
	6	46		488.5
	7	46		488.5
	8	21		223.0
10	1	95	8.20	779.0
	2	94		770.8
	3	74		606.8
	4	48		393.6
	5	46		377.2
	6	63		516.6
	7	62		508.4
	8	42		344.4
	9	40		328.0
	10	99		811.8

CUADRO III

Comparación de los promedios de ingestión diaria, calculadas a base del recuento de cristalinos de bolo residuales y contenidos estomacales

Nº Muestra	BOLOS RESIDUALES			CONTENIDOS ESTOMACALES		
	Nº de bolos residuales analizados	Nº Promedio de peces ingeridos	Ingest. diaria promed. Grms.	Ingest. diaria promed. Grms.	Nº Promedio de peces ingeridos	Nº de estómagos analizados
1	3	28	565.0	508.5	25	5
2	4	46	382.0	355.2	43	6
3	7	55	417.5	471.8	62	6
4	13	35	315.4	181.4	20	8
5	10	29	367.9	331.0	26	4
6	9	44	517.0	392.7	33	3
7	5	42	482.2	243.0	21	6
8	7	29	543.5	534.6	29	6
9	8	38	408.8	345.2	32	4
10	10	66	543.7	469.0	57	5