



# BOLETIN

IMARPE  
Instituto del Mar del Perú

Vol. 16 / Nº 1 / JUNIO 1997

---

ISSN 0378 - 7699

EDAD Y CRECIMIENTO DEL BONITO *SARDA CHILIENSIS CHILIENSIS*  
(CUVIER)

Manuel Samamé

VARIACION LATITUDINAL Y ESTACIONAL EN LA DIETA DEL GUANAY  
(*LEUCOCARBO BOUGAINVILLI*) Y EL PIQUERO PERUANO (*SULA*  
*VARIEGATA*) EN LA COSTA PERUANA

Jaime Jahncke y Elisa Goya

CALLAO, PERU

**CONSEJO DIRECTIVO DEL IMARPE**

*Vicealmirante (r) LUIS GIAMPIETRI ROJAS*  
PRESIDENTE

*Contralmirante LUIS MORENO GONZALES*  
VICEPRESIDENTE

*Ingeniero Pesquero JORGE ZUZUNAGA ZUZUNAGA*  
DIRECTOR EJECUTIVO

*Ingeniero Pesquero OSWALDO FLORES SALDAÑA*  
DIRECTOR

*Doctor ROMULO JORDAN SOTELO, Biólogo*  
DIRECTOR

*Economista GODOFREDO CAÑOTE SANTAMARINA*  
DIRECTOR

*Economista GONZALO LOAYZA DEVESCOVI*  
DIRECTOR



# BOLETIN

IMARPE  
Instituto del Mar del Perú

Vol. 16 / N° 1 / JUNIO 1997

ISSN 0378 - 7699

EDAD Y CRECIMIENTO DEL BONITO *SARDA CHILIENSIS CHILIENSIS*  
(CUVIER)

*Manuel Samamé* ..... 1

VARIACION LATITUDINAL Y ESTACIONAL EN LA DIETA DEL GUANAY  
(*LEUCOCARBO BOUGAINVILLI*) Y EL PIQUERO PERUANO (*SULA*  
*VARIEGATA*) EN LA COSTA PERUANA

*Jaime Jahncke y Elisa Goya* ..... 23

CALLAO, PERU

**Asesor científico**

*Dr. Rómulo Jordán Sotelo*

**Conducción editorial**

*Dr. Pedro G. Aguilar Fernández*

**©1997. Instituto del Mar del Perú**

*Esquina Gamarra y General Valle*

*Apartado Postal 22*

*Callao, PERU*

*Teléfono 429.7630 / 420.2000*

*Fax (5114) 656023*

*E-mail: imarpe+@umavta.rcp.net.pe*

*Hecho el depósito de ley.*

*Reservados todos los derechos de reproducción total*

*o parcial, la fotomecánica y los de traducción.*

*ISSN: 0378-7702 (International Center for the Registration of Serials, Paris).*

*Impresión: Pacific Press S.A.*

*Los Negocios 219 - Surquillo*

*Teléfono 441-3774*

## EDAD Y CRECIMIENTO DEL BONITO *SARDA CHILIENSIS CHILIENSIS* (CUVIER)

MANUEL SAMAME<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se determina la edad y el crecimiento del "bonito" *Sarda chiliensis chiliensis* (Cuvier) mediante la lectura de los anillos de crecimiento de 908 pares de otolitos correspondientes a especímenes colectados frente a las costas de Lambayeque, Perú durante marzo 1991 a enero 1993.

La validez del método se estima mediante la comprobación del crecimiento de los otolitos, la similitud de crecimiento entre la medida de marcas y la variación mensual del incremento marginal. Esta validación indica que las marcas anuales inician su formación en febrero de cada año.

Se relaciona la medida del otolito con la longitud del pez, retrocalculando las tallas a cada edad. De otro lado, se calculan los parámetros de crecimiento en longitud y peso obteniéndose curvas de crecimiento. Asimismo, se calcula la tasa de incremento y se confecciona la clave edad-longitud correspondiente.

El crecimiento del bonito es rápido en los primeros años alcanzando su asíntota prácticamente a los doce años de edad.

PALABRAS CLAVE: *Sarda chiliensis chiliensis*, bonito, otolitos, crecimiento.

### ABSTRACT

Age and growth of bonito *Sarda chiliensis chiliensis* (Cuvier) were determined by reading growth marks of 908 pairs of otoliths. Specimens were collected from March 1991 to January 1993, along the coast of Lambayeque (Perú).

Method usefulness was proved by otolith growth marks, in-between mark growing similarity and marginal increment monthly variation. Annual marks were assumed to be formed every year on February. Otolith measurements and fish total length were correlated by estimating fish sizes by age. Weight and length growth parameters and curves were estimated. Age-length keys were also made, demonstrating that bonito has fast growth rates during the first year, reaching an asymptotic growing on the 12th year.

KEY WORDS: *Sarda chiliensis chiliensis*, bonito, otoliths, growth.

---

1. Laboratorio Costero de San José, Lambayeque. IMARPE

### INTRODUCCION

El bonito, *Sarda chiliensis chiliensis* constituye uno de los principales recursos pesqueros del Perú y sobre él existen numerosas publicaciones que ofrecen una información amplia, siendo una de las últimas la de SAMAMÉ (1993). Sin embargo, con respecto a los estudios de edad y crecimiento por lectura directa en otolitos se dispone de escasos trabajos.

PAULY *et al.* (1987) mencionan a KUO (1970), quien en base a la lectura de otolitos presenta una curva de crecimiento de *Sarda chiliensis chiliensis*; asimismo, a CAMPBELL Y COLINS (1975) que utilizando el método de WETHERALL (1986), es decir el método de frecuencias de longitudes, determinan la curva de crecimiento de *S. chiliensis lineolata* del Pacífico norte. Los mismos autores, usando el método de WETHERALL determinan la curva de crecimiento para nuestra especie.

El estudio que se presenta está referido a la observación directa de los anillos de otolitos, lo que ha permitido establecer la relación con el crecimiento de los respectivos peces, estimar los parámetros de crecimiento en longitud y peso y determinar el período de formación anual de las marcas coincidentes con la reproducción.

Con este trabajo se espera ampliar los conocimientos sobre el crecimiento del recurso, actualizando los datos existentes para ser aplicados en los estudios de dinámica poblacional.

### MATERIAL Y METODOS

Se analizaron 908 pares de otolitos, de 54 muestras trabajadas en el Laboratorio Costero del IMARPE en San José, Lambayeque, durante marzo de 1991 a

enero de 1993 (tabla 1). Las muestras fueron colectadas de los desembarques de bonito capturado por las embarcaciones cerqueras de la Caleta Santa Rosa.

Adicionan al material, 3.033 mediciones a la horquilla efectuadas durante el tiempo mencionado y ampliado hasta octubre 1993, más una muestra en marzo de 1994.

Los otolitos fueron aclarados en agua, unas horas antes de su observación al microscopio estereoscópico, permitiendo determinar la naturaleza del borde, el foco y la formación de zonas opacas y hialinas como marcas de edad.

Las medidas fueron tomadas desde el foco a cada marca de edad y al borde posterior o cauda y posteriormente transformadas a milímetros mediante el factor calculado en  $F = 0,043$ . De esta forma se obtienen las medidas a cada marca de crecimiento ( $r_n$ ) y del otolito (R).

La comprobación de la validez del método se hizo mediante la determinación del crecimiento de los otolitos agrupados por edades, la estimación de similitud de crecimiento entre marca y marca, la variación del incremento marginal y la relación existente entre la medida del otolito (R) con la del respectivo pez (L).

La similitud de crecimiento entre marca y marca se estimó relacionando la medida del otolito (R) con la medida de marca ( $r_n$ )

$$R = a + br_n \dots\dots\dots (1)$$

Los cálculos del incremento marginal (IM) se efectuaron utilizando la relación :

$$IM = R - r_n / r_n - r_{n-1} \dots\dots\dots (2)$$

TABLA 1. Muestra de otolitos utilizados en la determinación de la edad del bonito *Sarda chiliensis chiliensis* (Cuvier) colectados en Lambayeque.

Serie	Muestra N°	Fecha de coleccion.	Otolitos leídos (pares)			Otolitos descartados *	Total coleccion.
			machos	hembras	Total		
01	02	12.03.01	11	09	20	06	26
02	03	14.03.91	06	08	14	01	15
03	04	22.03.91	11	11	22	—	22
04	06	10.04.91	13	13	26	—	26
05	07	17.04.91	14	10	24	01	25
06	07-A	17.04.91	05	07	12	—	12
07	08	19.04.91	15	15	30	—	30
08	16	13.06.91	08	07	15	01	16
09	17-A	15.06.91	12	11	23	02	25
10	17-B	15.06.91	10	08	18	—	18
11	18	27.06.91	05	09	14	—	14
12	19	10.07.91	10	08	18	—	18
13	20	12.07.91	06	05	11	02	13
14	21	13.07.91	05	03	08	05	13
15	22	17.07.91	07	10	17	—	17
16	23	10.08.91	02	10	12	—	12
17	24	16.08.91	06	08	14	03	17
18	25	16.08.91	04	11	15	02	17
19	26	13.09.91	03	06	09	—	09
20	27	21.09.91	07	07	14	01	15
21	28	25.09.91	03	08	11	—	11
22	30	11.10.91	05	06	11	—	11
23	31	15.10.91	03	14	17	—	17
24	33	29.10.91	08	09	17	—	17
25	34	09.11.91	02	08	10	02	12
26	35	14.11.91	07	04	11	01	12
27	36	16.11.91	06	06	12	—	12
28	37	20.11.91	10	08	18	—	18
29	38	22.11.91	04	07	11	01	12
30	39	17.01.92	07	04	11	01	12
31	40	18.01.92	04	10	14	02	16
32	41	20.01.92	06	10	16	01	17
33	42	22.01.92	15	09	24	02	26
34	43	21.02.92	05	05	10	—	10
35	44	13.03.92	11	16	27	—	27
36	45	21.04.92	01	03	04	—	04
37	46	22.04.92	08	17	25	01	26
38	47	24.04.92	05	09	14	01	15
39	48	24.04.92	04	08	12	02	14
40	49	16.05.92	11	10	21	02	23
41	50	26.05.92	09	08	17	09	26
42	51	27.05.92	12	12	24	03	27
43	52	05.06.92	15	16	31	—	31
44	53	06.06.92	06	14	20	07	27
45	54	10.06.92	08	12	20	06	26
46	55	25.08.92	19	12	31	05	36
47	56	19.09.92	13	13	26	04	30
48	57	23.09.92	04	08	12	—	12
49	58	24.09.92	07	05	12	01	13
50	59	16.10.92	11	11	22	03	25
51	60	17.10.92	16	03	19	05	24
52	61	21.10.92	04	06	10	—	10
53	62	19.01.93	07	13	20	—	20
54	63	21.01.93	06	06	12	—	12
<b>TOTAL</b>			422	486	908	83	991

\* Otolitos rotos, no legibles, otras causas.

donde :

R = longitud del otolito (del foco al borde medio posterior)

r<sub>n</sub> = longitud del foco a cada marca de edad.

Los otolitos fueron agrupados de acuerdo al número de marcas de edad, estimándose una medida promedio por grupo de edad por sexo.

La longitud del pez (L) fue relacionada con la medida del otolito (R) mediante la regresión :

$$L = a + bR \quad \dots\dots\dots (3)$$

la misma que permitió retrocalcular la longitud media del pez (L) para cada grupo de edad, reemplazando (R) por cada valor de (r<sub>n</sub>).

Estos valores pueden ser comparados con los calculados utilizando los parámetros de crecimiento de la ecuación de VON BERTALANFFY; estos parámetros se calcularon con las tallas medias distribuidas por grupo de edad (L<sub>n</sub>).

El crecimiento en longitud se calculó, previo estimado de sus parámetros de acuerdo a FORD-WALFORD (1946).

$$L_{t+1} = a + bL_t \quad \dots\dots\dots (4)$$

Se estimó la longitud infinita como L<sub>∞</sub> = a/(1-b), teniendo en cuenta que a = L<sub>∞</sub> (1-e<sup>-k</sup>) y el valor de K considerando que b = e<sup>-k</sup>.

El valor de la edad (t<sub>0</sub>) fue calculado con:

$$\ln (L_{\infty} - L_t) = a - bt \quad \dots\dots\dots (5)$$

en donde : a = ln L<sub>∞</sub> + Kt<sub>0</sub>

luego :

$$t_0 = \frac{(a - \ln L_{\infty})}{K} \quad \dots\dots\dots (6)$$

quedando conformada la ecuación de edad-crecimiento en longitud de VON BERTALANFFY (1938):

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad \dots\dots\dots (7)$$

Con esta ecuación se calculan las tallas teóricas por edad que describen la curva de crecimiento de la especie.

Los pesos teóricos por edad fueron calculados utilizando la ecuación:

$$W_t = W_{\infty} (1 - be^{-Kt})^3 \quad (8)$$

cuyos valores de K y b fueron estimados con la regresional:

$$W_{n+1}^{1/3} = a + b W_n^{1/3} \quad \dots\dots\dots (9)$$

La tasa de crecimiento se estimó con la ecuación:

$$h_W = \frac{(W_t - W_{t-1})}{W_{t-1}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

y la clave de edad-longitud se confeccionó agrupando a las tallas por edades, con la cual se determina la composición por edades, mediante:

$$N_x = \sum_{1} PL_{(x)} NL \quad \dots\dots\dots (11)$$

donde :

- x = edad
- L = longitud
- N<sub>x</sub> = número de individuos a la edad x
- NL = número de individuos a la longitud L
- PL<sub>(x)</sub> = probabilidad de la edad de los individuos con longitud L.

Los métodos han sido adaptados de otros autores, como MISU Y HAMASAKI (1971) en la merluza peruana; SAMAME Y OKADA (1973) en la cachema; SAMAMÉ (1977) en la sardina; MENDO (1984) en la caballa, entre otros, quienes los aplicaron a especies marinas, cuyos otolitos permitieron una identificación clara de las líneas de crecimiento.

## RESULTADOS

### Determinación de la edad

#### *Descripción y medidas de los otolitos del bonito*

Durante la observación primaria se llegaron a definir diez variaciones en la forma de la sagita, indistintamente del sexo y del número de marcas de edad o anillos, tal como se muestra en la fig. 1. La forma típica, mostrada al centro de la misma figura, representó el 75% del material observado y se puede caracterizar como de forma triangular, lobulado, con el rostro prolongado frágil, donde también es posible identificar las marcas de crecimiento, pero se corre el riesgo de perder gran parte del material en su manipuleo; el antirrostro es corto.

La cara externa es ligeramente cóncava y permitió efectuar la lectura de las líneas de crecimiento en zonas opacas y hialinas las mismas que en conjunto constituyen una edad.

La cara interna, algo convexa, presenta un surco más o menos profundo en la parte central que termina en el antirrostro, separándolo. En la base del antirrostro se constituye el foco que está rodeado de líneas finas concéntricas continuas, correspondientes a las formaciones iniciales del crecimiento del otolito.

En algunos casos el antirrostro no llega a separarse totalmente; sin embargo, es fácil advertir su posición por la presencia del surco en la cara interna.

La parte caudal es ancha y en algunos otolitos el ápice se prolonga aguzándose; ésta puede también presentarse redondeada con festones (fig. 1).

Teniendo en consideración que una proporción de los otolitos observados (25%) no presentó la forma típica, se optó por considerar las medidas desde el foco siguiendo una línea imaginaria hasta el centro de la cauda, dividiendo en dos su mayor ancho (ver figura 1) de tal forma que las medidas ( $R$ ) y ( $r_n$ ) fueron tomadas en el punto de unión de la línea imaginaria con el borde y en cada marca de edad, respectivamente.

#### *Crecimiento de los otolitos*

Como medida preliminar y considerando el sexo del individuo, se tomaron las distancias del foco a cada una de las marcas de crecimiento, verificando un incremento significativo individual entre ellas.

Las medidas micrométricas fueron transformadas a milímetros mediante el factor  $F = 0,043$ , los promedios se muestran en las tablas 2A y 2B, para machos y hembras, respectivamente; luego se agruparon por número de marcas. De esta forma, se comprueba el crecimiento de los otolitos. Los valores para cada ( $r_n$ ) son muy próximos, luego los promedios pueden ser considerados como el crecimiento por edad.

#### *Similitud entre la medida de marcas de los otolitos*

Otra forma de verificar el crecimiento resulta de relacionar la longitud del

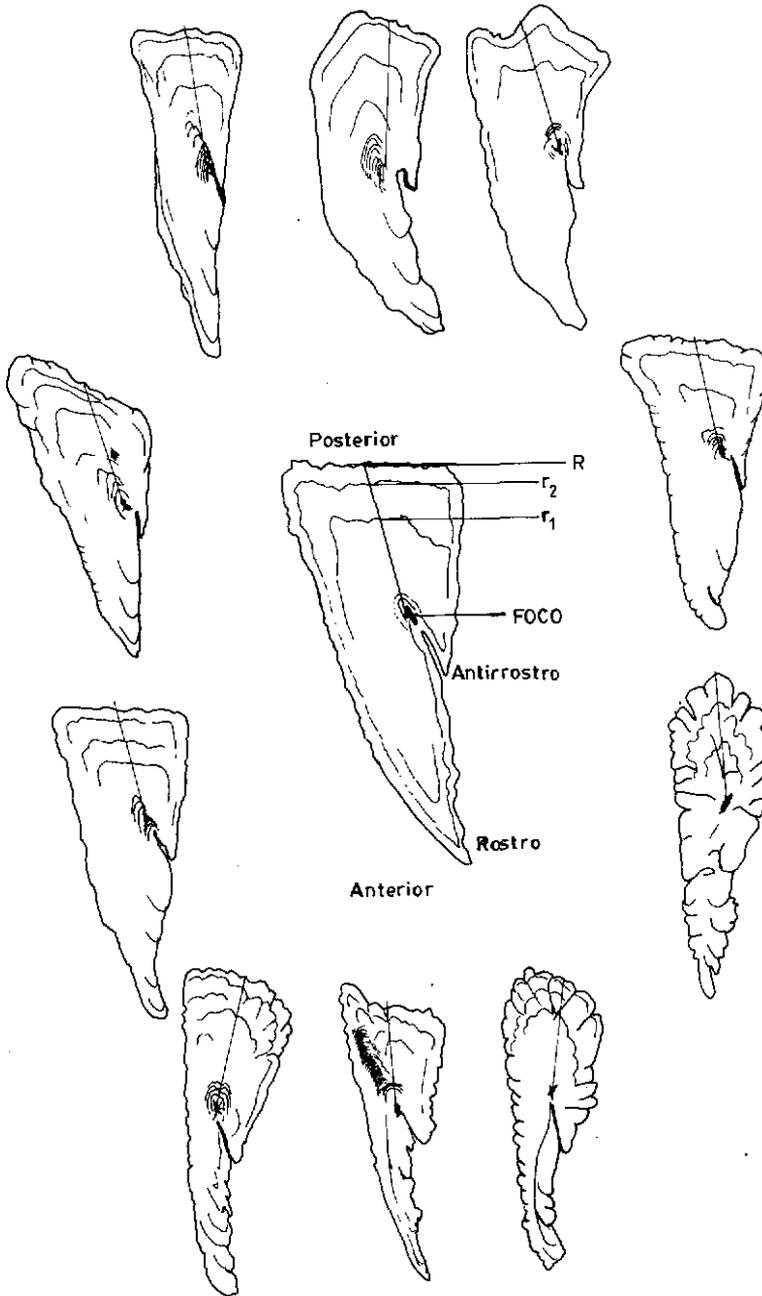


FIGURA 1. Variaciones en la forma de la sagita en otolitos de *Sarda chiliensis chiliensis*.

otolito (R) y sus respectivas medidas a las marcas de crecimiento ( $r_n$ ) establecida con la regresión (1).

En la fig. 2 se plotean los valores de (R) y ( $r_n$ ) de 71 otolitos con tres marcas de crecimiento, correspondientes a las muestras de marzo-abril de 1991; en esta figura se aprecia que entre marca y marca existe significativa diferencia en longitud, de tal forma que se puede asumir la existencia de una similitud de formación entre las marcas de cada grupo de edad.

La distancia entre marca y marca tiende a una disminución conforme el pez se hace más adulto; es decir, la formación de la primera marca presenta una mayor distancia desde el inicio de su formación que la existente entre la primera y segunda marca y así sucesivamente, lo cual permite suponer que las últimas marcas formadas serán muy próximas en individuos de mayor edad.

#### *Variación del incremento marginal*

Los otolitos en su crecimiento presentan, después de la formación de un anillo de edad, un incremento de crecimiento en el borde hasta la formación de la siguiente marca o nuevo anillo; el incremento de su medida está relacionado con el tiempo; cuanto más se aproxima a una nueva marca el incremento será relativamente mayor; luego, al iniciar la formación de un nuevo anillo el incremento marginal (IM) será próximo a cero. Las medidas seriadas mensuales han permitido apreciar ese crecimiento.

Los incrementos han sido medidos en cada otolito y el cálculo se hizo mensualmente utilizando la ecuación (2). Particularmente se tomó como ejemplo los otolitos con tres marcas, cuyos incremen-

tos marginales promedio mensuales, se grafican en la figura 3, donde se podrán apreciar los incrementos mensuales en el año 1991, éstos se inician en el mes de febrero y completan su crecimiento en el mes de enero de 1992; obsérvese que similares incrementos mensuales se presentan en el año 1992.

El crecimiento es acelerado en los primeros meses hasta junio o julio, desacelerándose en los últimos meses hasta su formación total.

Como los muestreos se hicieron hasta enero de 1993, el incremento en este mes es alto y se supone que completa el anillo del año 1992.

El inicio de la formación de un nuevo anillo de crecimiento está relacionado con la máxima madurez gonadal la cual ocurre a fines de la primavera y el verano y, la presencia de nuevos reclutas se observa en febrero con un año de vida (SAMAMÉ 1993); luego, este hecho demostraría que las marcas se forman al año de vida y por correspondencia, éstas pueden considerarse en años calendario.

#### **Determinación del crecimiento**

##### *Relación longitud del pez (L) con la medida del otolito (R)*

Las medidas de los otolitos (R) se relacionaron con las respectivas tallas de los peces tomadas a la horquilla (L), de las que se calcularon las constantes A y B utilizando la regresión (3), resultando las expresiones :

$$L = 0,376 + 18,181 R, \text{ con } r^2 = 0,979 \text{ machos (I)}$$

$$L = 3,883 + 16,413 R, \text{ con } r^2 = 0,976 \text{ hembras (II)}$$

$$L = 1,210 + 17,596 R, \text{ con } r^2 = 0,984 \text{ total (III)}$$

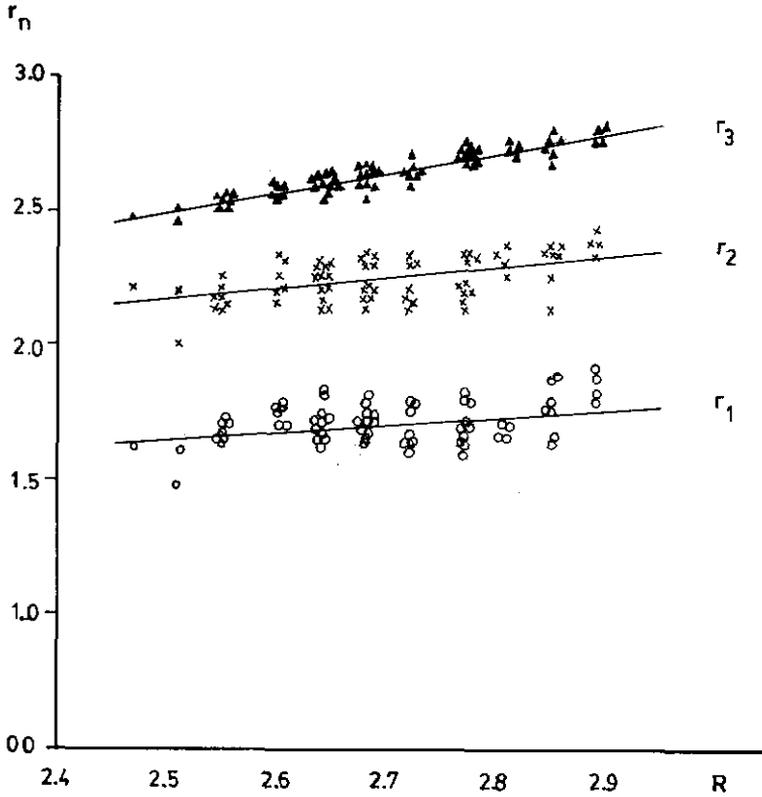


FIGURA 2. Relación de la medida del otolito ( $R$ ) con la marca ( $r_n$ ) en base a 71 otolitos de bonito *Sarda chiliensis chiliensis* con 3 anillos (marzo - abril 1991).

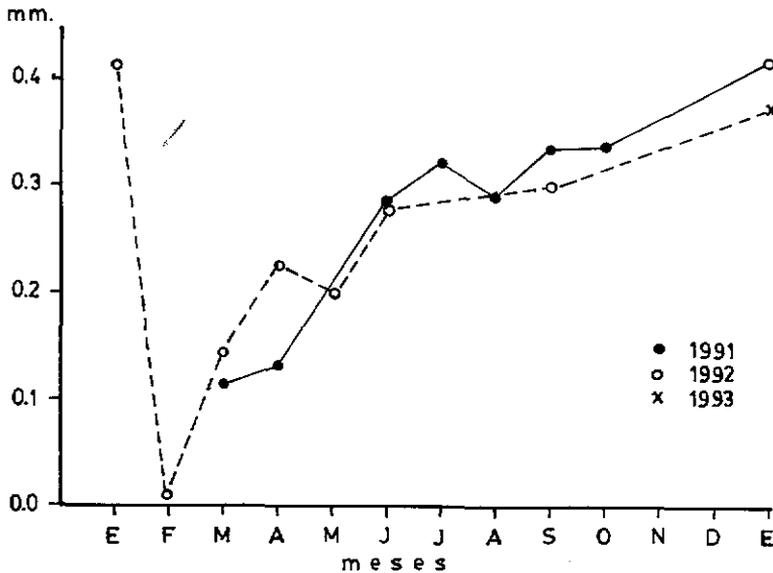


FIGURA 3. Incremento marginal de los otolitos del bonito (con 3 anillos)

TABLA 2A. Longitud media (mm) de los anillos de crecimiento de bonito (MACHOS).

Grupos de Edad	N° Ejemplar. Examinad.	MEDIDA PROMEDIO DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO					
		r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>	r <sub>5</sub>	r <sub>6</sub>
1	9	1,712					
2	153	1,731	2,267				
3	145	1,732	2,276	2,648			
4	94	1,728	2,265	2,672	3,009		
5	17	1,736	2,278	2,672	3,041	3,336	
6	6	1,728	2,272	2,664	3,004	3,370	3,549
PROMEDIOS		1,730	2,270	2,659	3,013	3,345	3,549

TABLA 2B. Longitud media (mm) de los anillos de crecimiento de bonito (HEMBRAS)

Grupos de Edad	N° Ejemplar. Examinad.	MEDIDA PROMEDIO DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO					
		r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>	r <sub>5</sub>	r <sub>6</sub>
1	6	1,638					
2	170	1,734	2,270				
3	158	1,731	2,281	2,661			
4	117	1,710	2,265	2,662	2,996		
5	29	1,709	2,257	2,638	3,024	3,343	
6	4	1,702	2,241	2,610	2,993	3,333	3,574
PROMEDIOS		1,724	2,271	2,659	3,001	3,342	3,574

En la figura 4 se plotean estas relaciones para el total de individuos. Obsérvese que existe una relación directa de crecimiento entre ambas medidas, por tanto, las expresiones (I), (II) y (III) pueden ser utilizadas para retrocalcular las tallas por grupos de edad de los peces, las mismas que se presentan en las Tablas 3A y 3B, para machos y hembras respectivamente.

Esta es una forma de calcular el crecimiento en longitud de los peces para lo cual, substituyendo los valores de (R), de las expresiones (I) y (II), por los de (r<sub>n</sub>) de las tablas 2A y 2B respectivamente, se retrocalcula la longitud de los peces por grupo de edad.

Obsérvese que el incremento en longitud (cm) en los peces guarda similitud en el crecimiento, al igual que en los otolitos.

#### Cálculo de los parámetros de crecimiento

De otro lado, los parámetros de crecimiento fueron calculados considerando la talla media observada por grupos de edad, estableciendo la relación de L<sub>t</sub> con L<sub>t+1</sub>, según la ecuación (4).

De esas relaciones resultan las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}
 L_{t-1} &= 21,354 + 0,708 L_n & r^2 &= 0,990 & \text{machos (IV)} \\
 L_{t+1} &= 19,799 + 0,731 L_n & r^2 &= 0,987 & \text{hembras (V)} \\
 L_{t+1} &= 20,576 + 0,719 L_n & r^2 &= 0,993 & \text{total (VI)}
 \end{aligned}$$

con las cuales se calculan los parámetros de crecimiento en longitud por sexo y para el total.

Teniendo en cuenta que  $a = L_{\infty}(1-e^{-k})$  y  $b = e^{-k}$ , se tiene los cálculos de la longitud

TABLA 3A. Talla media (cm) de los individuos por edad, retrocalculado con:

$$L_n = 0,376 + 18,181 R, \text{ con } r^2 = 0,979 \text{ (MACHOS)}$$

Grupos de Edad	N° Ejempl. Examin.	Talla media por edad					
		L1	L2	L3	L4	L5	L6
1	9	31,5					
2	153	31,8	41,6				
3	145	31,9	41,8	48,5			
4	94	31,8	41,6	49,0	55,1		
5	17	31,9	41,8	49,0	55,7	61,0	
6	6	31,8	41,7	48,8	55,0	61,6	64,9
PROMEDIOS		31,83	41,68	48,72	55,18	61,16	64,90

TABLA 3B. Talla media (cm) de los individuos por edad, retrocalculado con:

$$L_n = 3,882 + 16,41 R, \text{ con } r^2 = 0,976 \text{ (HEMBRAS)}$$

Grupos de Edad	N° Ejempl. Examin.	Talla media por edad					
		L1	L2	L3	L4	L5	L6
1	6	30,8					
2	170	32,3	41,1				
3	158	32,3	41,3	47,6			
4	117	32,0	41,1	47,6	53,1		
5	29	31,9	40,9	47,2	53,5	58,8	
6	4	31,8	40,7	46,7	53,0	58,6	62,6
PROMEDIOS		32,18	41,15	47,55	53,17	58,78	62,60

asintótica:

$$L_\infty = 73,2 \text{ cm}$$

$$L_\infty = 73,5 \text{ cm}$$

$$L_\infty = 73,3 \text{ cm}$$

machos

hembras

total

(5), obteniéndose los siguientes valores :

$$t_0 = -0,75$$

$$t_0 = -0,84$$

$$t_0 = -0,79$$

machos

hembras

total

y los valores de K, conociendo que  $K = \ln b$ :

$$K = 0,345$$

$$K = 0,314$$

$$K = 0,330$$

machos

hembras

total

Calculados los parámetros, quedan conformadas las expresiones de crecimiento en longitud de VON BERTALANFFY (7).

De otro lado, los parámetros para el peso ( $W_\infty$  y K), fueron calculados considerando los pesos promedios observados por grupo de edad para machos, hembras y el total de individuos, correspondientes a

Los cálculos de la edad ( $t_0$ ) se efectuaron utilizando la ecuación (6) despejada de

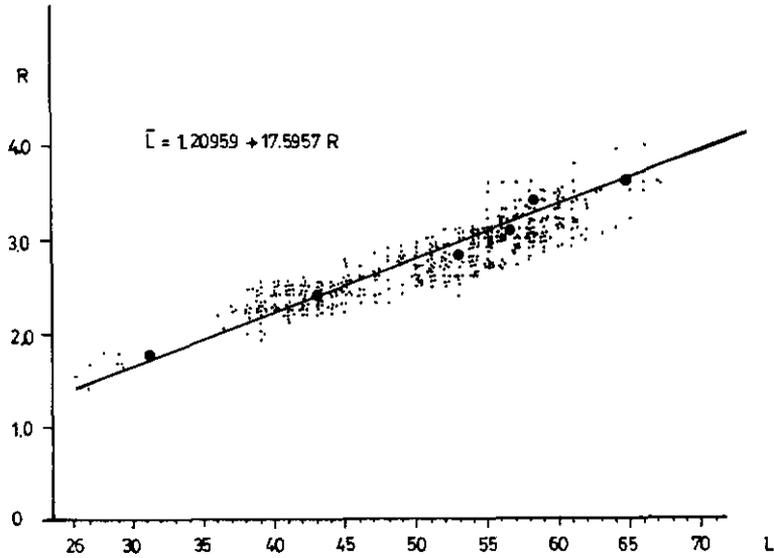


FIGURA 4. Relación longitud del pez (L) con la medida del otolito (R). Bonito *Sarda chiliensis chiliensis*.

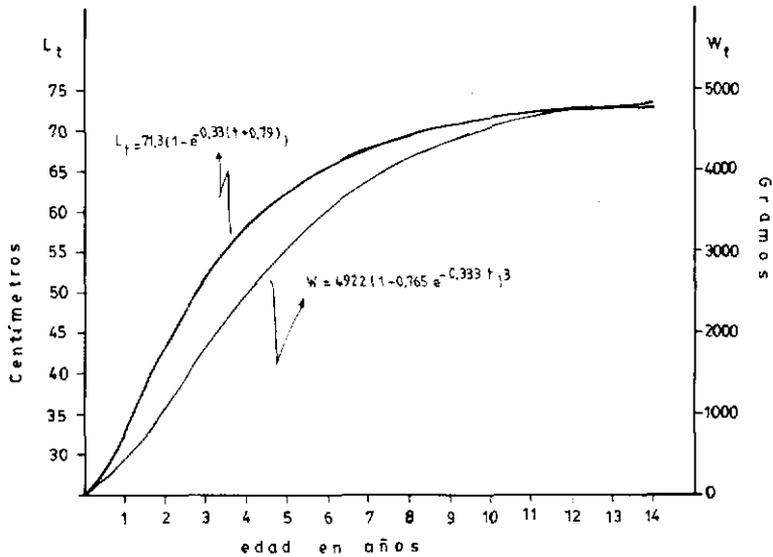


FIGURA 5. Curvas de crecimiento en longitud y peso del bonito *Sarda chiliensis chiliensis*.

las longitudes medias observadas. También se calcularon los valores de (b) de la ecuación (8).

Los pesos fueron relacionados según la regresión (9),  $W_n^{1/3}$  con  $W_{n+1}^{1/3}$ , de donde resultan las siguientes expresiones:

$$W_{n+1}^{1/3} = 4,754 + 0,722 W_n^{1/3} \quad r = 0,986 \text{ machos (VII)}$$

$$W_{n+1}^{1/3} = 4,876 + 0,712 W_n^{1/3} \quad r = 0,975 \text{ hembras (VIII)}$$

$$W_{n+1}^{1/3} = 4,816 + 0,717 W_n^{1/3} \quad r = 0,981 \text{ total (IX)}$$

de donde se calcularon los valores de  $W_\infty$  y K, conociendo que  $\alpha = [a/(1-b)]$ ,  $W_\infty = \alpha^3$  y  $K = (\ln b)$

Luego :

$W_\infty = 4878 \text{ g}$	machos
$W_\infty = 4857 \text{ g}$	hembras
$W_\infty = 4922 \text{ g}$	total

y,

$K = 0,330$	machos
$K = 0,340$	hembras
$K = 0,333$	total.

Por último, los valores de b de la ecuación (8) se calcularon con :

$$b = \alpha - W^{1/3} / e^{-Kt}$$

siendo los promedios utilizados en las expresiones para el peso :

$b = 0,740$	machos
$b = 0,770$	hembras
$b = 0,765$	total

#### *Cálculo de la talla-edad y peso-edad*

Calculados los parámetros de crecimiento de las ecuaciones (7) y (8), quedan conformadas las expresiones de edad-creci-

miento en longitud y peso por sexos y para el total de individuos, de la siguiente forma:

$$L_t = 73,2(1 - e^{-0,345(t+0,75)}) \quad \text{machos (X)}$$

$$L_t = 73,5(1 - e^{-0,314(t+0,84)}) \quad \text{hembras (XI)}$$

$$L_t = 73,3(1 - e^{-0,330(t+0,79)}) \quad \text{total (XII)}$$

$$W_t = 4878(1 - 0,740 e^{-0,330t})^3 \quad \text{machos (XIII)}$$

$$W_t = 4857(1 - 0,770 e^{-0,340t})^3 \quad \text{hembras (XIV)}$$

$$W_t = 4922(1 - 0,765 e^{-0,333t})^3 \quad \text{total (XV)}$$

Los cálculos por edad se muestran en la tabla 4 para machos y hembras. Nótese en esta tabla que los máximos incrementos reales en peso son alcanzados cuando los individuos pasan de 2 a 3 años, aumentando en más de 900 gramos para incrementos en longitud de 10 y 09 cm en machos y hembras, respectivamente.

El crecimiento es acelerado en los primeros años pero luego decrece tendiendo a su asíntota a los diez años de edad; en adelante, cualquier incremento es insignificante (fig. 5).

De esto resulta que la inflexión se presenta al lograr los máximos incrementos, es decir, cuando los machos llegan a pesar 1 626 g (y) las hembra alcanzan los 1 618 g.

De otro lado, las longitudes máximas observadas en los muestreos en playa coinciden con las tallas infinitas calculadas, es decir a los 73 cm a la horquilla y por lo menos, hasta los seis años de edad, las tallas teóricas guardan correspondencia lo que concuerda con los incrementos por unidad de medida calculadas.

TABLA 4. Valores medios reales ( $\bar{y}$ ) calculados de las tallas (cm) y pesos (g) de bonitos, por sexos y grupos de edad.

EDAD t	MACHOS				HEMBRAS			
	Ln	Peso	Lt	$W_t$	Ln	Peso	Lt	$W_t$
1	33,0	486	33,2	500	32,0	463	32,3	448
2	44,0	1093	44,9	1151	43,0	1046	43,4	1102
3	54,0	1999	53,1	1859	52,0	2045	51,5	1827
4	59,0	2440	59,0	2519	57,0	2438	57,4	2507
5	63,0	2944	63,1	3081	61,0	2900	61,8	3076
6	66,0	3621	66,1	3532	65,0	3610	64,9	3537
7			68,1	3886			67,2	3891
8			69,6	4143			68,9	4148
9			70,7	4343			70,2	4348
10			71,4	4493			71,1	4488
11			71,9	4591			71,7	4591
12			72,3	4676			72,2	4666

#### Tasa de incremento

Este parámetro se calculó utilizando la ecuación (10) y aparecen en la tabla 5 como incremento relativo. Obsérvese que el incremento absoluto es alcanzado a la edad de tres años, cuando la condición del pez entra al período de vida en estado maduro, coincidiendo con la inflexión.

Los incrementos por edad son calculados para el total de individuos, siendo similares para ambos sexos; de otro lado, los valores reales presentan la misma tendencia con respecto a los valores calculados, presentados en la tabla.

Comparativamente, los incrementos fueron calculados para las tallas y como se podrá notar a partir de la edad 10, éstos son muy pequeños, siendo los valores absolutos menores de un centímetro por año y prácticamente la talla máxima es alcanzada a los doce años.

#### Composición por tallas

Las muestras para el análisis biológico, tomadas al azar, fueron utilizadas para el estudio de edad, cuyo rango comprendió

de 26 a 67 cm; los ejemplares más pequeños (26 - 31 cm) se presentaron en las capturas del mes de febrero de 1992, pero regularmente las muestras en todos los meses mostraron ejemplares con tallas mayores de 36 cm.

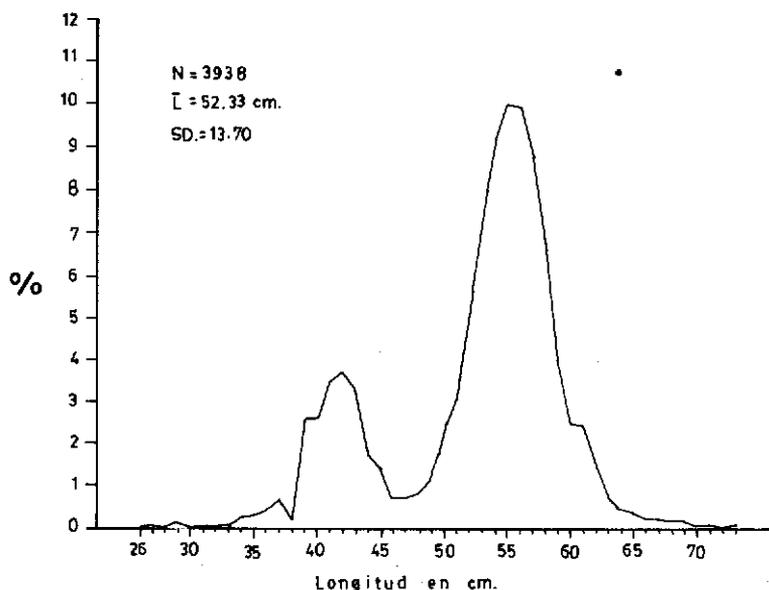
La composición por tallas, tomadas adicionalmente al muestreo biológico, presentaron un rango de 32 a 73 cm; sin embargo, en la figura 6, se muestra el total de individuos, es decir de 26 a 73 cm cuya media es de 52,3 cm, esto es por considerar que todos fueron capturados con el mismo arte y tamaño de malla (38 mm) durante el tiempo de muestreo.

En esta composición, la tallas de 50 cm marca la adultez de los individuos, denominándoseles "bonito" a los de esta talla y "chauchilla" o "cerrajón" a los menores (según grupo de tallas); de acuerdo a esto el 74,6% correspondieron a "bonito".

La mayor proporción de los individuos menores de 50 cm se presentaron en las capturas del año 1993 con 32% haciéndose presentes en mayor cantidad en los meses de mayo, junio y julio, lo que pue-

Tabla 5. Incremento absoluto y relativo en el crecimiento del bonito *Sarda chiliensis chiliensis* (Total de individuos)

Edad (años)	Long. Obser. (cm)	Long. Calc. (cm)	Increment. Absolut.	Increment. Relativ.	Período de vida sexual	Peso Obser. (g)	Peso Calc. (g)	Increment. Absolut.	Increment. Relativ.
1	32,5	32,7			Inmaduro	475	455		
2	43,5	44,1	11,4	0,349	Madurante	1 070	1 101	646	1,420
3	53,0	52,3	8,2	0,186	Maduro	2 025	1 822	721	0,655
4	58,0	58,2	5,9	0,113	Maduro	2 440	2 501	679	0,373
5	62,0	62,5	4,3	0,074	Maduro	2 925	3 076	575	0,230
6	65,5	65,5	3,0	0,048	Maduro	3 618	3 541	465	0,151
7		67,7	2,2	0,034	Maduro		3 908	367	0,104
8		69,3	1,6	0,024	Maduro		4 180	272	0,070
9		70,4	1,1	0,016	Maduro		4 382	202	0,048
10		71,2	0,8	0,011	Maduro		4 534	152	0,035
11		71,8	0,6	0,008	Maduro		4 638	104	0,023
12		72,2	0,4	0,006	Maduro		4 718	80	0,017

FIGURA 6. Distribución por tallas del bonito *Sarda chiliensis chiliensis*, durante marzo 1991 - octubre 1993.

de considerarse como una continuidad del reclutamiento iniciado en febrero, con el consiguiente crecimiento en los meses siguientes. En la figura 7 se muestran las tallas mensuales, que corresponden a las acumuladas durante los años 1991 a 1993.

#### Clave edad-longitud y composición por edades

La clave se confeccionó teniendo en cuenta los muestreos para la determinación de la edad, cuyas tallas fueron agrupadas

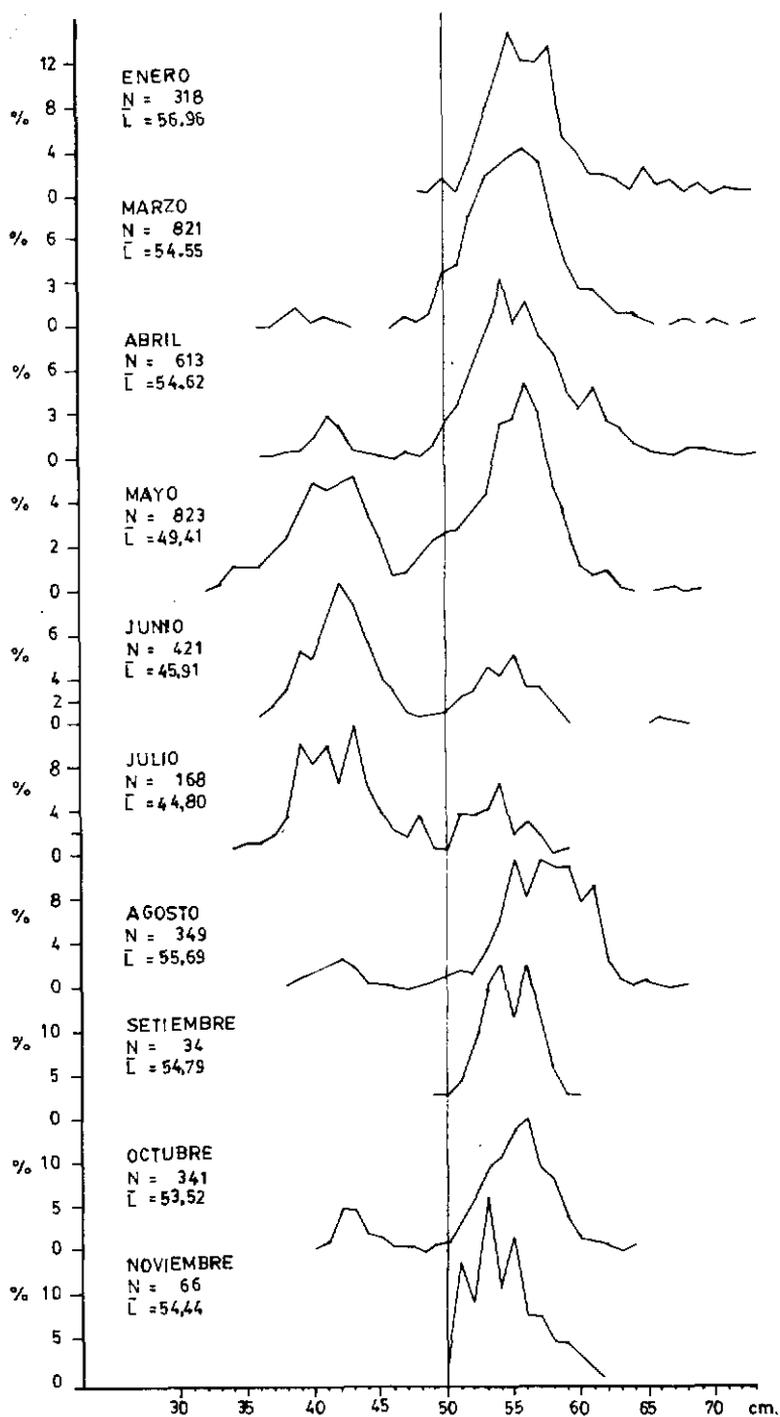


FIGURA 7. Distribución mensual por tallas del bonito *Sarda chiliensis chiliensis* (1991 a 1993).

considerando el grupo de edad correspondiente, resultando la frecuencia de tallas por cada grupo de edad.

En el apéndice I se presenta esta clave cuyas edades observadas fueron de 1 a 6 años para tallas de 26 a 67 cm, en donde cada grupo de edad guarda un rango de distribución de frecuencia de tallas que indican el crecimiento correspondiente.

La composición por edades se efectuó empleando la composición por tallas para el total de mediciones y las agrupadas por estaciones, las mismas que se distribuyen usando la clave de edad-longitud por medio del método de probabilidades, con la ecuación (11).

Como se podrá observar en el apéndice II, la composición por tallas, tomadas adicionalmente, presentan una amplitud hasta 73 cm siendo el mínimo 32 cm, a diferencia de la clave; luego la composición de tallas por edades se efectuó considerando que todos aquellos individuos mayores, no comprendidos en ella tendrían 7 ó más años de edad.

## DISCUSION

Los métodos utilizados en el presente trabajo se adaptaron con gran facilidad obteniéndose los resultados antes indicados; sin embargo, cabe hacer algunas aclaraciones en cuanto al material y los resultados comparados con los de tres autores.

Las sagitas observadas presentaron un 25% de formas más o menos diferentes a la típica, independientemente de la longitud del pez, y las medidas tomadas del foco al margen posterior medio pudieron haber hecho variar, aunque muy poco los promedios calculados. Más bien, las medidas a cada marca de edad se ajustaron

de allí que la similitud de crecimiento se comprueba al igual que los incrementos marginales; esto demostraría que los cálculos del crecimiento de los otolitos no están sesgados y pueden ser válidos tomando los promedios por grupos de edad.

De otro lado, no se tuvo la oportunidad de consultar el trabajo de tesis de KUO (1970) citado por PAULY *et al.* (1987); sin embargo, de acuerdo a lo mostrado por ellos, la curva de edad-crecimiento no coincide con nuestros resultados ya que para KUO a la edad de un año el bonito alcanzaría 15-16 cm y a los cinco años unos 50 cm, resultando que el crecimiento sería algo lento en los primeros años mientras que en edades mayores se aceleraría para alcanzar a los diez años una máxima aproximada de 90 cm, lo cual no concuerda con un ritmo normal de crecimiento de la especie ni de ninguna otra especie del género.

Los resultados obtenidos por PAULY *et al.* (1987), mediante el método de WETHERALL (1986), es decir el de frecuencia de tallas aplicados a nuestra especie, no coinciden con nuestros resultados. La talla máxima calculada por PAULY (op. cit.) parecería muy alta si tenemos en cuenta que las máximas tallas muestreadas fueron de 72.5 cm (punto medio); a partir de este cálculo el peso infinito también se eleva. En muestreos intensivos, IMARPE (1970) informó sobre las tallas comerciales registradas hasta de 78 cm, con longitud media de 60 cm, y peso medio de 3 kg.

Las diferencias que existen entre los cálculos de PAULY *et al.* (1987), y el presente pueden deberse a los métodos utilizados; de todos modos, el método de lectura directa del crecimiento en los otolitos ha dado buenos resultado en los peces óseos, teniendo la ventaja de retrocalcular las tallas para su comprobación con las tallas

reales y como en nuestro caso, hacerlo comparativo con las tallas medias por grupo de edad tomados para el cálculo de los parámetros utilizados en la ecuación de crecimiento de BERTALANFFY (1938).

En los muestreos hemos registrado tallas máximas de 73 cm, coincidente con los cálculos de longitud infinita. Encontramos también que el crecimiento es rápido en los primeros años de vida, sobre todo hasta alcanzar su madurez gonadal que estimamos ocurre próxima al tercer año, si consideramos los resultados de SAMAMÉ (1993).

Con respecto a PAULY *et al.* (1987), la mejor aproximación con nuestros resultados está en el cálculo de la talla y peso al primer año de vida que para ellos sería de 33,5 cm con 508 g y en el presente trabajo de 33,2 cm con 500 g (machos).

## CONCLUSIONES

1. La formación de un nuevo anillo de crecimiento en el bonito coincidió con la estación de primavera-verano y con la presencia de nuevos reclutas en el mes de febrero.
2. El crecimiento de los individuos es rápido en los primeros años, especialmente hasta alcanzar la madurez gonadal, que estimamos ocurre al tercer año de vida. La talla de 50 cm marca la adultez de los individuos.
3. Los máximos incrementos reales son alcanzados cuando los individuos pasan la edad de 2 a 3 años, aumentando en más de 900 g el peso, y cerca de 10 cm la longitud a la horquilla; es aquí cuando la inflexión es apreciada.

4. El tamaño máximo de muestreo fue de 73 cm que coincidió con la talla infinita calculada.

## Agradecimientos

El autor quiere dejar constancia de su agradecimiento a la Dirección Ejecutiva del Instituto del Mar del Perú, que hizo posible la iniciación de este trabajo; al doctor RÓMULO JORDÁN SOTELO, al biólogo MARCO ESPINO, a la bióloga FLOR FERNÁNDEZ, por su colaboración en la revisión bibliográfica y a todos los que hicieron posible la revisión final para su publicación.

## REFERENCIAS

- CAMPELL, G. Y R. A. COLLINS. 1975. The age and growth of the Pacific bonito, *Sarda chiliensis*, in the eastern North Pacific. Calif. Fish Game 1:181-200.
- IMARPE. 1970. Información general sobre la pesca de consumo. Series Inf. Esp. Inst. Mar Perú N° IM-61, 22 pp.
- KUO, C. M. 1970. Taxonomic, growth and maturation studies on the bonitos of the temperate eastern Pacific Ocean. Univ. Calif. San Diego. 321 p. Ph. D. Thesis.
- MENDO, J. 1984. Edad, crecimiento y algunos aspectos reproductivos y alimentarios de la caballa *Scomber japonicus peruanus*. Bol. Inst. Mar Perú 9(4): 1-156.
- MISU, H. Y HAMASAKI S. 1971. Age and growth of Peruvian hake *Merluccius gayi* (Guichenot) Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab. (41): 93-106.
- PAULY, D., A. CH. DE VILDOSO, J. MEJÍA, M. SAMAMÉ, M. L. PALOMARES. 1987. Population dynamics and estimated anchoveta consumption of bonito (*Sarda chilensis*) off Peru. 1953 to 1982. En: PAULY, D. e I. TSUKAYAMA. (Eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change. ICLARM Studies and Reviews 15:248-267.
- SAMAMÉ, M. 1977. Determinación de la edad y crecimiento de la sardina *Sardinops sagax sagax* (J). Bol. Inst. Mar Perú, 3 (3):95-112.

- SAMAMÉ, M. 1993. Algunos aspectos de la biología y pesquería del bonito *Sarda chiliensis chiliensis* de la costa norte del Perú. En: CASTILLO DE MARUENDA E.(ed) Memoria X CONABIOL, 02-07 Agosto 1992. Lima- Perú: 261-272.
- SAMAMÉ, M. Y K. OKADA. 1973. Determinación de la edad, crecimiento y dinámica de la población de la cachema *Cynoscion analis* (Jenyns) de la costa norte del Perú. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 73: 23-68.
- VON BERTALANFFY, L. V. 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws II). Human biology 10(2):181-213 p.
- WALFORD, L. A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull 90 (2) : 141-147.
- WETHERALL, J. A., J. J. POLOVIA Y S. RALSTON. 1987. Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. ICLARM Conf. Proc., (13): 53-74.

APENDICE I. Clave de edad - Longitud del Bonito *Sarda chiliensis chiliensis* (Cuvier), marzo 1991 -enero 1993

EDAD Calendario	EDAD					
	1	2	3	4	5	6
Longitud en cm						
26,0-26,9	1					
27,0-27,9	2					
28,0-28,9	1					
29,0-29,9	5					
30,0-30,9						
31,0-31,9	1					
32,0-32,9						
33,0-33,9						
34,0-34,9						
35,0-35,9						
36,0-36,9	1	1				
37,0-37,9		3				
38,0-38,9	1	8				
39,0-39,9	3	24				
40,0-40,9		26				
41,0-41,9		56				
42,0-42,9		74				
43,0-43,9		68				
44,0-44,9		27				
45,0-45,9		10	10			
46,0-46,9		5	4			
47,0-47,9		3	4			
48,0-48,9		3	5			
49,0-49,9		2	8			
50,0-50,9		4	17	2		
51,0-51,9		4	36	4		
52,0-52,9		3	41	3		
53,0-53,9		2	47	11		
54,0-54,9			51	23		
55,0-55,9			47	37	2	
56,0-56,9			17	31	3	
57,0-57,9			11	36	4	
58,0-58,9			3	30	7	
59,0-59,9			2	15	8	1
60,0-60,9				9	9	1
61,0-61,9				7	6	1
62,0-62,9				2	4	2
63,0-63,9				1	1	1
64,0-64,9					1	1
65,0-65,9					1	1
66,0-66,9						1
67,0-67,9						1

APENDICE II, 1. Composición por edades del total de tallas de bonitos muestreados durante marzo 1991 a octubre 1993 y marzo 1994.

Longitud (cm)	Frecuencia N° ejempl. medidos	EDAD EN AÑOS					
		1	2	3	4	5	6
32,0-32,9	1						
33,0-33,9	3						
34,0-34,9	11						
35,0-35,9	12						
36,0-36,9	14	7,00	7,00				
37,0-37,9	24		24,00				
38,0-38,9	37	4,07	32,93				
39,0-39,9	74	8,14	65,86				
40,0-40,9	75		75,00				
41,0-41,9	79		79,00				
42,0-42,9	70		70,00				
43,0-43,9	60		60,00				
44,0-44,9	44		44,00				
45,0-45,9	33		16,50	16,50			
46,0-46,9	18		10,08	7,92			
47,0-47,9	20		8,60	11,40			
48,0-48,9	23		8,74	14,26			
49,0-49,9	36		7,20	28,80			
50,0-50,9	65		11,05	48,10	5,85		
51,0-51,9	79		7,11	64,78	7,11		
52,0-52,9	153		9,18	133,11	10,71		
53,0-53,9	223		6,69	173,94	42,37		
54,0-54,9	286			197,34	88,66		
55,0-55,9	306			168,30	131,58	6,12	
56,0-56,9	340			112,20	207,40	20,40	
57,0-57,9	294			64,68	205,80	23,52	
58,0-58,9	221			17,68	165,75	37,57	
59,0-59,9	131			9,17	75,98	40,61	5,24
60,0-60,9	79				37,13	37,13	4,74
61,0-61,9	81				40,50	34,83	5,67
62,0-62,9	49				12,25	24,50	12,25
63,0-63,9	26				8,58	8,58	8,84
64,0-64,9	16					8,00	8,00
65,0-65,9	13					6,50	6,50
66,0-66,9	6						6,00
67,0-67,9	7						7,00
68,0-68,9	8						
69,0-69,9	7						
70,0-70,9	2						
71,0-71,9	3						
72,0-72,9	1						
73,0-73,9	3						

APENDICE II, 2. Composición por edades de la frecuencia de tallas del bonito en el verano (Enero-Marzo de 1991 a 1994).

Longitud (cm)	Frecuencia N° ejempl. medidos	EDAD EN AÑOS					
		1	2	3	4	5	6
36,0-36,9	2	1,00	1,00				
37,0-37,9	2		2,00				
38,0-38,9	7	0,77	6,23				
39,0-39,9	12	1,32	10,68				
40,0-40,9	3		3,00				
41,0-41,9	7		7,00				
42,0-42,9	4		4,00				
43,0-43,9	1		1,00				
44,0-44,9							
45,0-45,9							
46,0-46,9	1		0,56	0,44			
47,0-47,9	7		3,00	4,00			
48,0-48,9	7		2,66	4,34			
49,0-49,9	12		2,40	9,60			
50,0-50,9	38		6,46	28,12	3,42		
51,0-51,9	36		3,24	29,52	3,24		
52,0-52,9	78		4,68	67,86	5,46		
53,0-53,9	107		3,21	83,46	20,33		
54,0-54,9	122			84,18	37,82		
55,0-55,9	143			78,65	61,49	2,86	
56,0-56,9	137			45,21	83,57	8,22	
57,0-57,9	130			28,60	91,00	10,40	
58,0-58,9	101			8,08	75,75	17,17	
59,0-59,9	52			3,64	30,16	16,12	2,08
60,0-60,9	32				15,04	15,04	1,92
61,0-61,9	25				12,50	10,75	1,75
62,0-62,9	19				4,75	9,50	4,75
63,0-63,9	12				3,96	3,96	4,08
64,0-64,9	9					4,50	4,50
65,0-65,9	11					5,50	5,50
66,0-66,9	3						3,00
67,0-67,9	5						
68,0-68,9	4						
69,0-69,9	3						
70,0-70,9	2						
71,0-71,9	2						
72,0-72,9	1						
73,0-73,9	2						

APENDICE II, 3. Composición por edades de la frecuencia de tallas del bonito en el otoño (Abril-Junio de 1991 a 1993).

Longitud (cm)	Frecuencia N° ejempl. medidos	EDAD EN AÑOS					
		1	2	3	4	5	6
32,0-32,9	1						
33,0-33,9	3						
34,0-34,9	10						
35,0-35,9	10						
36,0-36,9	13	6,50	6,50				
37,0-37,9	23				23,00		
38,0-38,9	36	3,96	32,04				
39,0-39,9	64	7,04	56,96				
40,0-40,9	74				74,00		
41,0-41,9	95				95,00		
42,0-42,9	107				107,00		
43,0-43,9	93				93,00		
44,0-44,9	64				64,00		
45,0-45,9	39		19,50	19,50			
46,0-46,9	20		11,20	8,80			
47,0-47,9	15		6,45	8,55			
48,0-48,9	17		6,46	10,54			
49,0-49,9	28		5,60	22,40			
50,0-50,9	43		7,31	31,82	3,87		
51,0-51,9	55		4,95	45,10	4,95		
52,0-52,9	83		4,98	72,21	5,81		
53,0-53,9	112		3,36	87,36	21,28		
54,0-54,9	156			107,64	48,36		
55,0-55,9	143			78,65	61,49	2,86	
56,0-56,9	157			51,81	95,77	9,42	
57,0-57,9	128			28,16	89,60	10,24	
58,0-58,9	89			7,12	66,75	15,13	
59,0-59,9	51			3,57	29,58	15,81	2,04
60,0-60,9	30				14,10	14,10	1,80
61,0-61,9	34				17,00	14,62	2,38
62,0-62,9	23				5,75	11,50	5,75
63,0-63,9	14				4,62	4,62	4,76
64,0-64,9	6					3,00	3,00
65,0-65,9	3					1,50	1,50
66,0-66,9	5						5,00
67,0-67,9	4						4,00
68,0-68,9	3						
69,0-69,9	4						
70,0-70,9							
71,0-71,9	1						
72,0-72,9							
73,0-73,9	1						

APENDICE II, 4. COMPOSICION POR EDADES DE LA FRECUENCIA DE TALLAS DEL BONITO EN EL INVIERNO (Julio -Setiembre de 1991 a 1993).

Longitud (cm)	Frecuencia N° ejemp. medidos	EDAD EN AÑOS					
		1	2	3	4	5	6
34,0-34,9	1						
35,0-35,9	2						
36,0-36,9	2	1,00	1,00				
37,0-37,9	3		3,00				
38,0-38,9	7	0,77	6,23				
39,0-39,9	20	2,20	17,80				
40,0-40,9	19		19,00				
41,0-41,9	24		24,00				
42,0-42,9	20		20,00				
43,0-43,9	27		27,00				
44,0-44,9	13		13,00				
45,0-45,9	8		4,00	4,00			
46,0-46,9	5		2,80	2,20			
47,0-47,9	3		1,29	1,71			
48,0-48,9	7		2,66	4,34			
49,0-49,9	4		0,80	3,20			
50,0-50,9	5		0,85	3,70	0,45		
51,0-51,9	12		1,08	9,84	1,08		
52,0-52,9	14		0,84	12,18	0,98		
53,0-53,9	25		0,75	19,50	4,75		
54,0-54,9	39			26,91	12,09		
55,0-55,9	48			26,40	20,64	0,96	
56,0-56,9	39			12,87	23,79	2,34	
57,0-57,9	47			10,34	32,90	3,76	
58,0-58,9	40			3,20	30,00	6,80	
59,0-59,9	40			2,80	23,20	12,40	1,60
60,0-60,9	28				13,16	13,16	1,68
61,0-61,9	32				16,00	13,76	2,24
62,0-62,9	9				2,25	4,50	2,25
63,0-63,9	3				1,00	1,00	1,00
64,0-64,9	1					0,50	0,50
65,0-65,9	2					1,00	1,00
66,0-66,9	1						1,00
67,0-67,9							
68,0-68,9	1						
69,0-69,9							

APENDICE II, 5. COMPOSICION POR EDADES DE LA FRECUENCIA DE TALLAS DEL BONITO EN LA PRIMAVERA (Octubre -Diciembre de 1991 a 1993).

Longitud (cm)	Frecuencia N° ejemp. medidos	EDAD EN AÑOS					
		1	2	3	4	5	6
40,0-40,9	1		1,00				
41,0-41,9	3		3,00				
42,0-42,9	16		16,00				
43,0-43,9	16		16,00				
44,0-44,9	6		6,00				
45,0-45,9	5		2,50	2,50			
46,0-46,9	2		1,12	0,88			
47,0-47,9	2		0,86	1,14			
48,0-48,9							
49,0-49,9	2		0,40	1,60			
50,0-50,9	3		0,51	2,22	0,27		
51,0-51,9	20		1,80	16,40	1,80		
52,0-52,9	27		1,62	23,49	1,89		
53,0-53,9	46		1,38	35,88	8,74		
54,0-54,9	43			29,67	13,33		
55,0-55,9	58			31,90	24,94	1,16	
56,0-56,9	57			18,81	34,77	3,42	
57,0-57,9	37			8,14	25,90	2,96	
58,0-58,9	30			2,40	22,50	5,10	
59,0-59,9	16			1,12	9,28	4,96	0,64
60,0-60,9	7				3,29	3,29	0,42
61,0-61,9	5				2,50	2,15	0,35
62,0-62,9	2				0,75	1,50	0,75
63,0-63,9							
64,0-64,9	2					1,00	1,00

# VARIACIÓN LATITUDINAL Y ESTACIONAL EN LA DIETA DEL GUANAY (*LEUCOCARBO BOUGAINVILLII*) Y EL PIQUERO PERUANO (*SULA VARIEGATA*) EN LA COSTA PERUANA

JAIME JAHNCKE<sup>1-2</sup> Y ELISA GOYA<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se estudió la dieta del guanay y el piquero peruano a partir de 4.425 bolos residuales y 1.220 regúrgitos respectivamente, en cinco áreas guaneras de la costa, con el objeto de conocer sus variaciones. La anchoveta *Engraulis ringens* fue la presa predominante, 42,30% en guanay y 76,23% en piquero, encontrándose diferencias altamente significativas en el consumo de esta presa entre zonas y entre meses muestreados. Las variaciones latitudinales mostraron tendencias similares a los patrones de distribución conocidos de este recurso: gran disponibilidad en la zona norte-centro, escasez en la zona de San Juan y poca disponibilidad en la zona sur. Estacionalmente la dieta del guanay no presentó ninguna tendencia, sin embargo, los cambios en el consumo de anchoveta en la dieta del piquero mostraron mayor disponibilidad de esta presa en meses de verano respecto a los meses de invierno. Estas fluctuaciones en las dietas muestran que la oferta de alimento en el sistema de afloramiento peruano, fue bastante variable durante el período de estudio y que la disponibilidad de anchoveta presenta grandes variaciones tanto en el espacio como en el tiempo. La continuación de estos estudios permitirá monitorear permanentemente los cambios en la distribución y abundancia de los stocks de peces que forman parte de su alimento.

**PALABRAS CLAVE:** dieta, guanay, *Leucocarbo*, piquero, *Sula*, anchoveta, aves indicadoras, sistema de afloramiento peruano.

## ABSTRACT

The diets of guanay cormorants and Peruvian boobies were studied from 4.425 pellets and 1.220 regurgitations respectively. Five coastal guano areas were surveyed to determine diet variations. Peruvian anchovy was the main prey, 42,30% for guanay cormorant and 76,23% for Peruvian boobies. Highly significant differences on anchovy consumption were found in between surveyed areas and months when samples were obtained. Latitudinal diet variation tendencies were similar to known Peruvian anchovy distribution patterns: high availability in the northern-central coast of Peru, scarcity around San Juan and low availability in the south. The diet of the guanay cormorant did not show seasonal tendencies. However, Peruvian boobies consumption of anchovies shows higher availability of this prey during Summer as compared to Winter. Those diet variations have shown that food supply in the Peruvian Upwelling System is very variable and that anchovy availability has large geographical and seasonal fluctuations. Continuation of these studies will permit a permanent monitoring of changes in distribution and abundance of stocks of this resource.

**KEY WORDS:** diet, guanay cormorant, *Leucocarbo*, Peruvian booby, *Sula*, anchoveta, seabird as indicators, Peruvian Upwelling System.

- 
1. Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas, Dirección de Recursos Pelágicos, DGIRH, IMARPE, Apartado 22, Callao.
  2. Dirección personal: Apartado postal 18-0807, Lima 18. Perú

## INTRODUCCION

El guanay *Leucocarbo bougainvillii*<sup>2</sup> (antes *Phalacrocorax bougainvillii* LESSON) y el piquero peruano *Sula variegata* son dos de las principales aves depredadoras de recursos pelágicos en el mar peruano. Se distribuyen al este del Océano Pacífico, dentro del ámbito de la Corriente Peruana entre Lobos de Tierra (06°28'S) al norte del Perú e Isla Mocha (38°30'S) en Chile, no obstante individuos de ambas especies pueden ser vistos fuera de estos rangos de distribución durante años anormales (MURPHY 1936). Las colonias más numerosas de estas dos especies de aves se ubican en el norte y centro del Perú (MURPHY 1936, GUILLÉN 1992).

Estudios de la dieta del guanay y el piquero muestran la importancia de la anchoveta *Engraulis ringens* como su principal alimento (GAMARRA 1941; AVILA 1954; BARREDA 1959; JORDÁN 1959, 1961; GALARZA 1968; TOVAR y GALARZA 1984; TOVAR *et al.* 1988; TOVAR y GUILLÉN 1988, 1989; GUILLÉN 1993). Sin embargo, estos estudios, realizados desde el punto de vista de las aves como competencia para la actividad pesquera industrial o como grandes depredadoras de peces de importancia comercial, abarcaron períodos cortos de tiempo, incluso días y meses aislados; y no consideran que existe una variabilidad natural en la disponibilidad de los recursos en el ecosistema, ni consideran que la dieta de las aves puede variar espacialmente, entre colonias y temporalmente, entre días y meses (DUFFY *et al.* 1987).

Existen diferentes métodos para obtener información cuantitativa sobre la dieta.

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 regurgitan al ser perturbadas. El uso de regurgitos en estudios sobre dieta en piqueros genera poca controversia debido a que proporciona material de buena calidad, que permite determinar confiablemente las especies que componen la dieta, las tallas y las cantidades ingeridas de cada una.

Por otro lado, 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 dieta en cormoranes, no existe opinión unánime. AINLEY *et al.* (1981, en JOHNSTONE *et al.* 1990), 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 bolos, encontró que se recuperan 50% a 70% de los otolitos de los peces ingeridos. DUFFY y LAURENSEN (1983), a partir de estudios realizados con cormoranes del Cabo *Phalacrocorax capensis*, encontraron una baja tasa de recuperación de otolitos (33,2%), sin embargo concluyeron que los bolos pueden ser utilizados para estudiar la dieta de aves piscívoras, afirmando que proporcionan información

2 SIEGEL-CAUSEY, D. 1988. Phylogeny of Phalacrocoracidae. The Condor. 90:885-905.

ideal para estudios de largo plazo y mínimo costo sobre cambios en el medio ambiente marino. En el sistema de afloramiento del Benguela (África del Sur), 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 *et al.* 1985, DUFFY *et al.* 1987).

Si bien hasta el momento se discute el valor potencial de las aves marinas como indicadores de los 'stocks' de peces, muchos autores coinciden en afirmar que pueden complementar la información obtenida por las pesquerías y en particular sobre especies que carecen de valor comercial. Además ASHMOLE y ASHMOLE (1968), CAIRNS (1987), FURNESS y MONAGHAN (1987), CRAWFORD y DYER (1995), DUFFY *et al.* (no pub.<sup>3</sup>) sugieren que pueden servir, como indicadores de cambios de los 'stocks' de una manera inmediata y económica.

El presente trabajo contiene los resultados del proyecto de investigación que viene ejecutando la Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas del Instituto del Mar del Perú (DGIRH), con el objeto de conocer las variaciones que existen en la dieta del guanay y el piquero, así como, discutir su utilidad en el monitoreo de la abundancia y distribución de los principales recursos pelágicos del sistema de afloramiento peruano.

## MATERIALES Y METODOS

### Áreas de estudio

Las evaluaciones se llevaron a cabo entre mayo de 1995 y agosto de 1996 en las Islas Macabí (07°48'S, 79°30'W), Mazorca (11°24'S, 77°45'W), Chíncha (13°39'S, 76°25'W) y en Punta San Juan (15°22'S, 75°12'W) (figura 1). En Punta Coles (17°42'S, 71°23'W) las evaluaciones se iniciaron recién en febrero de 1996. Se incluyen asimismo, datos recolectados en mayo de 1996 en la Isla Lobos de Tierra (06°28'S, 80°50'W).

### Recolección de las muestras

Los bolos de guanay se recolectaron por la mañana inmediatamente después que las aves abandonaron las colonias para alimentarse, para evitar que fueran comidos o destruidos por gaviotas (*Larus belcheri* y *L. dominicanus*). Sólo se recolectaron bolos frescos. Estos bolos contienen los restos no digeribles de las presas consumidas el día anterior (JORDÁN 1959, CABRERA 1979). El análisis se realizó en el campo, durante el día de recolección, separándose e identificándose los otolitos sagita, picos de cefalópodos y restos de moluscos, los mismos que fueron almacenados en frascos para su posterior comprobación. Para la identificación de los otolitos se utilizaron los patrones descritos por GARCÍA-GODOS (1996, no pub.<sup>4</sup>). En total se recolectaron 4.425 bolos, que contenían en total 310.024 otolitos, además de restos de moluscos y crustáceos.

3 DUFFY, D.C., R.P. WILSON, A. BERRUTI y S.C. BRONI. Monitoring anchovy populations through seabird diets. 21 p.

4 GARCÍA-GODOS, A. 1996. Patrones morfológicos del otolito sagita de los peces de la costa central de Perú. Informe final CONCYTEC. Lima. 90 p.

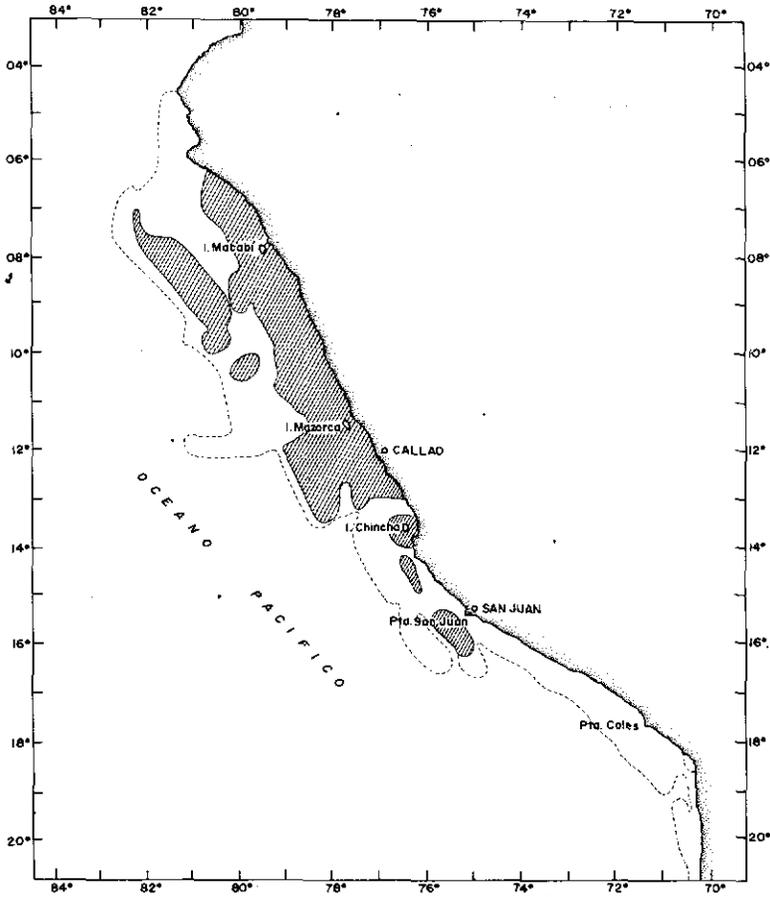


FIGURA 1.- Ubicación de las islas y puntas guaneras donde se recolectaron las muestras en relación a los patrones de distribución de la anchoveta (tomado de JORDÁN 1982). La zona delimitada por la línea punteada corresponde a densidades bajas de anchoveta, la zona sombreada corresponde a densidades altas del recurso.

Los regúrgitos de piquero se recolectaron por la tarde, cuando las aves regresaron a la colonia, después de alimentarse. Para ello, se hizo levantar vuelo a una parte de la población para obligarlas a regurgitar. Los regúrgitos, recogidos individualmente, fueron analizados en el lugar de recolección, registrándose el peso fresco total del alimento regurgitado y el peso de cada una de las especies de peces encontradas, midiendo cada ejemplar por separado. En

total se recolectaron 103.688 gramos de alimento regurgitado, representando un total de 1.220 muestras individuales que contenían peces y restos de calamar.

#### *Análisis de los datos*

Se describió de forma general la composición de la dieta, considerando el número promedio ( $\pm 1$  DS) de otolitos encontrados en los bolos o el peso promedio

( $\pm 1$  DS) de los regúrgitos recolectados, el número promedio de especies presa en las muestras y los porcentajes en número o peso de cada especie presa encontrada.

Se determinó si existen diferencias significativas en el consumo de la presa principal entre zonas (latitudes) y entre meses, comparando mediante el análisis de varianza de KRUSKAL-WALLIS, las cantidades consumidas de esta presa, expresadas como porcentajes (SIEGEL 1956).

Asimismo, se determinaron las correlaciones entre el consumo de las principales presas y la latitud en que se encuentran las áreas de estudio; entre la cantidad consumida de cada una de estas presas y su presencia en las muestras; entre el consumo de la presa principal y el consumo de las presas alternativas; y entre el consumo de la presa principal y la diversidad de especies presa encontradas en la dieta. Para esto se utilizó la correlación de SPEARMAN además del análisis de varianza de la regresión de estas variables (SIEGEL 1956, KREBS 1989). La diversidad de especies presa presentes en la dieta se midió, con la finalidad de conocer como se están utilizando los recursos del medio. Para ello se utilizó el índice de LEVINS estandarizado (KREBS 1989).

## RESULTADOS

### *La dieta del guanay*

El 99,82% de las partes duras no digeribles encontradas en los bolos correspondieron a otolitos de peces ( $n=310.595$ ), 0,16% a restos de moluscos y 0,02% a restos de crustáceos. A partir de los 310.024 otolitos encontrados se determinaron 53 especies de peces. Sólo 16 otolitos no pudieron ser identificados debido al desgaste que presentaban. El número promedio de otolitos

encontrado en cada bolo fue de  $71,29 \pm 109,11$  ( $n=4.425$ ), y varió entre 1 y 1.142 (tabla 1). La tabla 2 muestra la relación general de especies presa consumidas por el guanay, ordenadas de acuerdo al número total de otolitos encontrados de cada una. La anchoveta *Engraulis ringens* fue la presa predominante en la dieta del guanay, observándose que el 42,30% de los otolitos y otras partes duras no digeribles encontradas en los bolos corresponden a esta especie ( $n=310.595$ ). Otras especies importantes fueron el camotillo *Normanichthys crockeri* (28,15%), el pejerrey *Odontesthes regia* (17,33%) y la samasa *Anchoa nasus* (5,27%). Las 49 especies restantes contribuyeron sólo con el 6,77% del alimento.

El 21,54% de los bolos analizados contenían únicamente anchoveta, mientras que el 29,97% de los bolos contenían presas diferentes ( $n=4.425$ ). El consumo de anchoveta presenta diferencias altamente significativas entre zonas en cada una de las evaluaciones realizadas (KRUSKAL-WALLIS ANOVA,  $P<0,01$ ), observándose que entre las Islas Macabí, Mazorca, Chíncha y Punta San Juan, el consumo de anchoveta disminuye conforme se incrementa la latitud, mientras que entre San Juan y Coles, este consumo aumenta (figura 2). Existe una relación inversa ( $r_{\text{SPEARMAN}} = -0,841$ ,  $n=31$ ) muy significativa entre el consumo de anchoveta y la latitud (REGRESION ANOVA,  $GL=29$ ,  $F=54,935$ ,  $P<0,01$ ) en el área comprendida entre Macabí y San Juan. Del mismo modo, el consumo de anchoveta presenta diferencias altamente significativas entre meses en cada una de las áreas de estudio (KRUSKAL-WALLIS ANOVA,  $P<0,01$ ), sin embargo, no se observan tendencias que sugieran estacionalidad en el consumo de esta presa (figura 3). La presencia de anchoveta en los bolos varió entre 4,3% y 100%, mientras que el consumo de esta presa variaba

Tabla 1. Número de otolitos y número de especies presa encontrados en los bolos de guanay, por áreas muestreadas y por meses evaluados.

AREA	MES/AÑO	Número de bolos	NUMERO DE OTOLITOS				NUMERO DE ESPECIES			
			Media	DS	Min.	Max.	Media	DS	Min.	Max.
Macabí	May./1 995	91	12,5	8,4	1	37	1,4	0,7	1	4
Mazorca	May./1 995	111	22,6	16,0	1	90	1,8	0,8	1	6
Chincha	May./1 995	135	62,4	14,5	13	107	2,5	0,7	1	5
San Juan	May./1 995	134	41,5	41,7	1	216	2,8	1,5	1	7
Macabí	Jul. / 1 995	120	57,4	55,5	1	306	1,3	0,6	1	4
Mazorca	Jul. / 1 995	121	40,8	27	2	159	1,7	0,7	1	4
Chincha	Jul. / 1 995	140	54,1	17,9	15	99	3,0	1,1	1	6
San Juan	Jul. / 1 995	126	34,2	19,5	1	89	1,7	0,6	1	4
Macabí	Set. / 1 995	130	36,7	20,6	1	86	1,1	0,4	1	3
Mazorca	Set. / 1 995	140	41,3	21,6	2	202	2,0	0,9	1	5
Chincha	Set. / 1 995	140	82,6	30,0	21	199	3,1	0,8	2	7
San Juan	Set. / 1 995	51	40,9	38,5	3	196	1,9	0,7	1	3
Macabí	Nov./1 995	124	41,5	43,1	1	226	1,8	0,9	1	5
Mazorca	Nov./1 995	130	38,9	35,4	1	246	1,4	0,6	1	3
Chincha	Nov./1 995	139	59,0	55,2	2	415	2,4	1,0	1	6
San Juan	Nov./1 995	137	279,5	174,4	6	884	1,5	0,7	1	3
Macabí	Feb. /1 996	137	52,2	36,0	1	173	1,5	0,7	1	4
Mazorca	Feb. /1 996	128	61,4	90,2	1	695	2,6	1,3	1	7
Chincha	Feb. /1 996	76	87,8	94,8	2	505	2,5	1,1	1	6
San Juan	Feb. /1 996	93	466,5	212,6	1	1142	1,7	0,8	1	4
Coles	Feb. /1 996	137	77,2	67,6	1	339	3,3	1,2	1	7
Macabí	Abr. /1 996	107	22,1	14,7	1	64	1,3	0,5	1	3
Mazorca	Abr. /1 996	140	33,4	43,1	4	511	1,7	0,8	1	5
Chincha	Abr. /1 996	141	54,3	21,1	7	130	2,6	0,9	1	5
San Juan	Abr. /1 996	122	24,8	35,1	1	244	1,5	0,6	1	4
Coles	Abr. /1 996	140	145,0	176,8	1	748	2,9	1,4	1	6
Lobos de Tierra	May./1 996	100	23,0	12,6	2	77	1,7	0,9	1	6
Macabí	Jun. /1 996	139	43,7	36,2	1	257	1,8	0,8	1	5
Mazorca	Jun. /1 996	96	107,2	147,9	1	694	2,2	1,2	1	8
Chincha	Jun. /1 996	140	60,5	29,5	3	140	2,7	1,0	1	6
San Juan	Jun. /1 996		<i>sin datos</i>				<i>sin datos</i>			
Coles	Jun. /1 996	140	39,3	28,2	1	132	2,3	0,9	1	5
Macabí	Ago./1 996	130	65,4	63,7	1	306	1,0	0,2	1	2
Mazorca	Ago./1 996	128	74,8	77,8	1	370	1,1	0,5	1	4
Chincha	Ago./1 996	140	231,9	231,0	1	965	3,1	1,6	1	7
San Juan	Ago./1 996	140	37,4	23,0	1	147	1,6	0,9	1	5
Coles	Ago./1 996	137	70,1	71,4	1	402	2,4	1,0	1	6

entre 0,3% y 98%, observándose que existe una relación directa entre la presencia y la cantidad de anchoveta en los bolos ( $r_{\text{SPEARMAN}}=0,855$ ,  $n=35$ ), que se muestra en la figura 4.

Las otras dos especies importantes en la dieta del guanay fueron el camotillo y el

pejerrey, los mismos que representaron el 100% del alimento en sólo el 4,09% y el 9,99% de los bolos analizados y se encontraron en cantidades variables en 7,82% y 50,42% de las muestras respectivamente ( $n=4.425$ ). Se observa que existe una relación inversa ( $r_{\text{SPEARMAN}}=-0,752$ ,  $n=35$ ) y muy significativa entre el consumo de

Tabla 2. Relación de presas consumidas por el guanay en la costa peruana. Se presenta el número total de otolitos encontrados para cada presa, a partir de 4.425 bolos residuales revisados. Se presenta también el número total de restos de calamar, munida y moluscos.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	TOTAL DE OTOLITOS	
		Número	%
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	131.395	42,30
Camotillo	<i>Normanichthys crockeri</i>	87.419	28,15
Pejerrey	<i>Odontesthes regia regia</i>	53.840	17,33
S amasa	<i>Anchoa nasus</i>	16.366	5,27
Lorna	<i>Sciaena deliciosa</i>	8.534	2,75
Cojinoba	<i>Serirolella violacea</i>	2.635	0,85
Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	4.147	1,34
Bagre con faja	<i>Galeichthys peruvianus</i>	1.324	0,43
Falso volador	<i>Priodontus spp.</i>	841	0,27
Mojarrilla común	<i>Stellifer minor</i>	811	0,26
Fraile	<i>Aphos porosus</i>	726	0,23
Agujilla	<i>Scomberesox saurus</i>	282	0,09
Palometa	<i>Stromateus stellatus</i>	271	0,09
Borracho	<i>Scartichthys gigas</i>	172	0,06
Bagre	Fam. Ariidae	136	0,04
Mismis	<i>Menticirrhus ophicephalus</i>	80	0,03
Castañuela común	<i>Chromis crusma</i>	69	0,02
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	65	0,02
Pintadilla	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	63	0,02
Coco	<i>Paralonchurus peruanus</i>	48	0,02
Cachema	<i>Cynoscion analis</i>	37	0,01
Merluza	<i>Merluccius gayi</i>	32	0,01
Sardina	<i>Sardinops sagax sagax</i>	14	0,00
Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>	12	0,00
Picuda	<i>Strongylura stolzmani</i>	15	0,00
Jurel	<i>Trachurus picturatus</i>	8	0,00
Trambollo	<i>Labrisomus philippii</i>	8	0,00
Pámpano	<i>Trachinotus paitensis</i>	6	0,00
Machete	<i>Etmidium maculata</i>	5	0,00
Chita	<i>Anisotremus scapularis</i>	4	0,00
Pez linterna	<i>Myctophum nitidulum</i>	3	0,00
Machete de hebra	<i>Opisthonema libertate</i>	2	0,00
Vinciguerría	<i>Vinciguerría lucetia</i>	1	0,00
Otros	20 especies de peces (sin determinar género)	637	0,21
No determinados		16	0,01
Calamar	Fam. Loliginidae	465	0,15
Múnida	<i>Pleuroncodes monodon</i>	72	0,02
Moluscos	Restos de caracoles	34	0,01

anchoveta y el consumo de camotillo (REGRESION ANOVA,  $GL=33$ ,  $F=11,187$ ,  $P<0,01$ ); del mismo modo se observa una relación inversa ( $r_{\text{SPEARMAN}}=-0,650$ ,  $n=35$ ) y muy significativa entre el consumo de ancho-

veta y el consumo de pejerrey (REGRESION ANOVA,  $GL=33$ ,  $F=21,633$ ,  $P<0,01$ ). La presencia de camotillo en los bolos varió entre 0% y 100%, mientras que el consumo de esta presa variaba entre 0% y 94,5%,

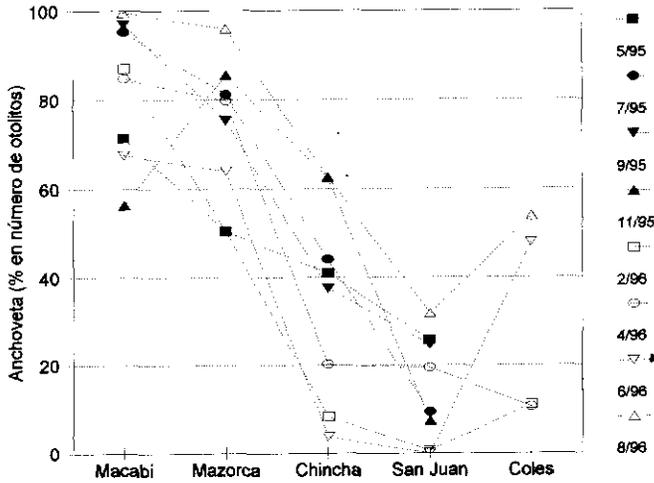


FIGURA 2.- Variación latitudinal en la cantidad de anchoveta presente en los bolos de guanay, expresada como porcentaje del número total de otolitos.

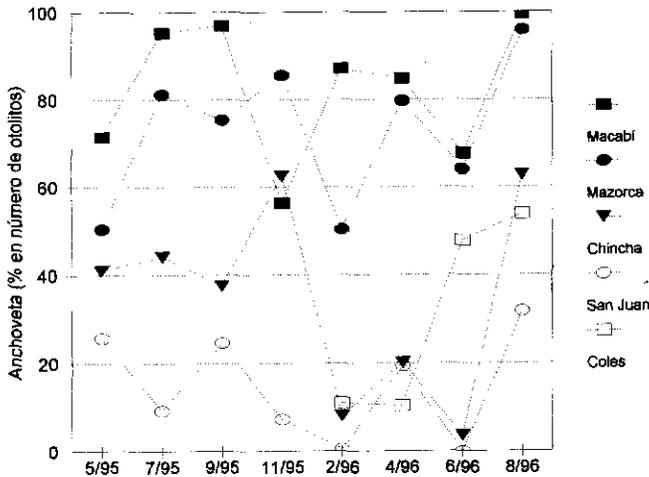


FIGURA 3.-Variación estacional en la cantidad de anchoveta presente en los bolos de guanay, expresada como porcentaje del número total de otolitos

observándose que existe una relación directa ( $r_{\text{SPEARMAN}}=0,991$ ,  $n=35$ ) entre ambos parámetros, la que se muestra en la figura 4. Del mismo modo, la presencia de pejerrey en los bolos varió entre 3,1% y 100%, mientras que el consumo de esta presa variaba entre 0,1% y 90,8%, se ob-

serva que existe una relación directa ( $r_{\text{SPEARMAN}}=0,919$ ,  $n=35$ ) entre ambos parámetros, la misma que se muestra en la figura 4.

La diversidad de la dieta medida utilizando el índice estandarizado de LEVINS

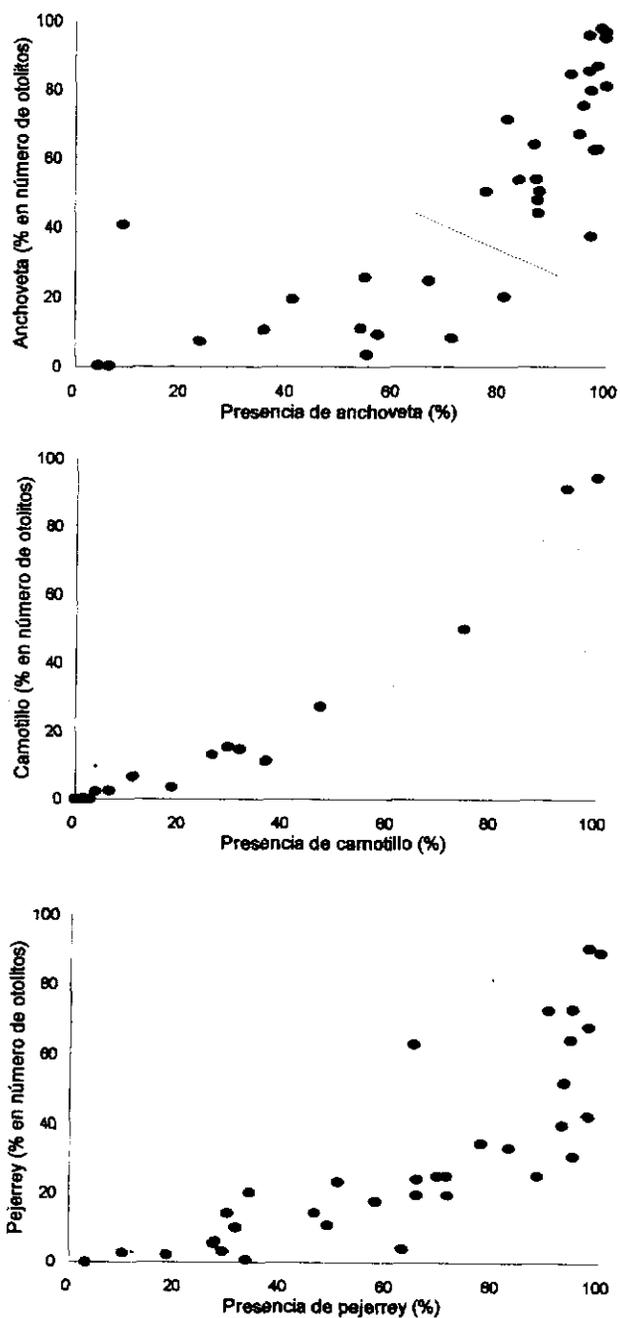


FIGURA 4.- Relación entre la ocurrencia y la cantidad de anchoveta, pejerrey y camotillo en los bolos de guanay. Las cantidades de cada especie están expresadas como porcentajes del número total de otolitos encontrados.

Tabla 3. Peso de los regúrgitos de piquero y número de especies presa encontradas en los regúrgitos, por áreas muestreadas y por meses evaluados.

AREA	MES/AÑO	Número de regúrgitos	PESO DE REGURGITOS				NUMERO DE ESPECIES			
			Media	DS	Min.	Max.	Media	DS	Min.	Max.
Macabí	May./1995	52	109,3	53,1	44	230	1,4	0,5	1	3
Mazorca	May./1995	57	74,3	40,6	19	201	1,3	0,5	1	3
Chincha	May./1995	63	85,6	35,0	30	180	1,3	0,5	1	3
SanJuan	May./1995	32	63,4	23,3	27	120	1,3	0,5	1	3
Macabí	Jul. / 1995	51	107,2	46,3	27	237	1,2	0,4	1	3
Mazorca	Jul. / 1995	-	sin datos				sin datos			
Chincha	Jul. / 1995	4	55,8	14,4	32	71	1,0	0,0	1	1
SanJuan	Jul. / 1995	-	sin datos				sin datos			
Macabí	Set. / 1995	50	66,2	33,9	22	215	1,0	0,0	1	1
Mazorca	Set. / 1995	49	78,0	38,5	28	198	1,3	0,6	1	4
Chincha	Set. / 1995	41	86,3	33,5	31	180	1,2	0,4	1	2
San Juan	Set. / 1995	-	sin datos				sin datos			
Macabí	Nov./1995	50	142,2	70,7	50	400	1,0	0,1	1	2
Mazorca	Nov./1995	33	66,1	35,0	9	145	1,1	0,2	1	2
Chincha	Nov./1995	29	68,4	20,5	25	98	1,1	0,3	1	2
SanJuan	Nov./1995	-	sin datos				sin datos			
Macabí	Feb. /1996	51	63,7	30,8	20	155	1,1	0,3	1	2
Mazorca	Feb./1996	29	81,1	34,5	20	160	1,3	0,5	1	2
Chincha	Feb./1996	57	61,0	22,7	22	120	1,2	0,5	1	3
SanJuan	Feb./1996	45	86,3	30,8	35	165	1,4	0,6	1	3
Coles	Feb./1996	15	75,2	28,6	38	120	1,1	0,2	1	2
Macabí	Abr./1996	51	107,5	39,6	35	198	1,0	0,2	1	2
Mazorca	Abr./1996	51	77,4	28,3	32	157	1,0	0,1	1	2
Chincha	Abr./1996	70	83,2	32,5	35	220	1,1	0,3	1	2
SanJuan	Abr./1996	-	sin datos				sin datos			
Coles	Abr./1996	-	sin datos				sin datos			
LobosdeTierra	May./1996	58	64,0	24,6	24	146	1,1	0,2	1	2
Macabí	Jun. / 1996	50	98,1	62,0	30	325	1,2	0,4	1	2
Mazorca	Jun. / 1996	28	84,8	41,6	25	210	1,1	0,3	1	2
Chincha	Jun. / 1996	51	81,9	33,8	18	180	1,3	0,5	1	3
San Juan	Jun. / 1996	-	sin datos				sin datos			
Coles	Jun. / 1996	52	76,4	36,2	16	165	1,1	0,3	1	2
Macabí	Ago./1996	59	80,0	37,9	8	180	1,1	0,3	1	2
Mazorca	Ago./1996	-	sin datos				sin datos			
Chincha	Ago./1996	-	sin datos				sin datos			
SanJuan	Ago./1996	-	sin datos				sin datos			
Coles	Ago./1996	42	131,4	68,2	30	325	1,3	0,6	1	3

varió entre 0 y 0,061. Se observa que existe una ligera relación inversa ( $r_{\text{SPEARMAN}} = -0,289$ ,  $n=35$ ), no significativa entre el consumo de anchoveta y la diversidad de la dieta (REGRESION ANOVA,  $GL=33$ ,  $F=2,409$ ,  $P=130$ ). Asimismo, se observa que existe una relación directa ( $r_{\text{SPEARMAN}} = 0,581$ ,  $n=35$ ) no significativa

entre el consumo de pejerrey y la diversidad de la dieta (REGRESION ANOVA,  $GL=33$ ,  $F=2,9011$ ,  $P=0,098$ ).

#### La dieta del piquero peruano

Se analizaron 1.220 regúrgitos de piquero peruano (103.688 gramos), obteniéndose

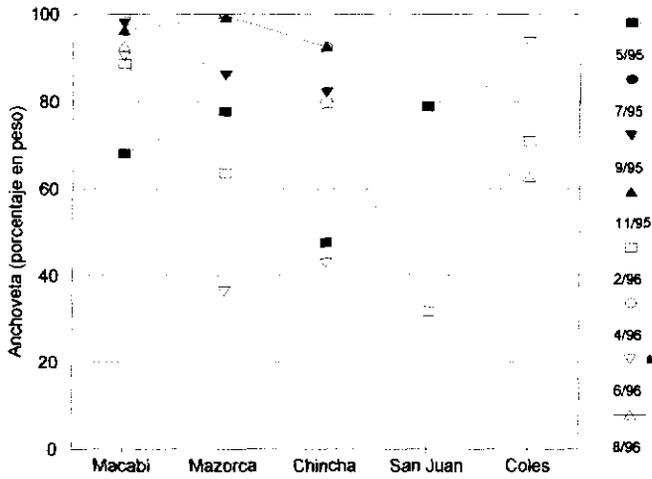


FIGURA 5.- Variación latitudinal en la cantidad de anchoveta presente en los regúrgitos de piquero, expresada como porcentaje del peso total de la muestra.

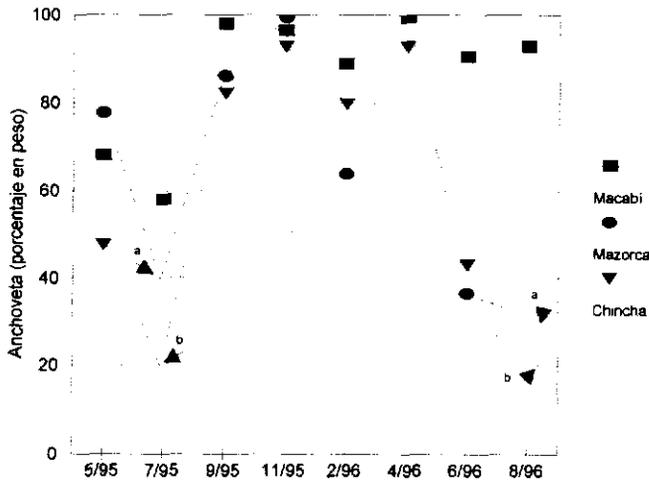


FIGURA 6.- Variación estacional en la cantidad de anchoveta presente en los regúrgitos de piquero, expresada como porcentaje del peso total de la muestra. Las flechas indican evaluaciones donde se presume hubo poca disponibilidad de alimento: (a) las aves no regurgitaron, (b) no hubieron aves en la isla.

Tabla 4. Relación de presas consumidas por el piquero en la costa peruana. Se presentan el peso total y el número total de ejemplares encontrados para cada presa, a partir de 1.220 regúrgitos revisados. Se presenta también el número total de restos de calamar encontrados.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	TOTAL			
		Peso (g)	%	Número	%
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	79.040,40	76,23	4.020	78,53
Pejerrey	<i>Odontesthes regia regia</i>	9.850,10	9,50	676	13,21
Agujilla	<i>Scomberesox saurus</i>	5.234,81	5,05	224	4,38
Sardina	<i>Sardinops sagax sagax</i>	5.219,00	5,03	100	1,95
Samasa	<i>Anchoa nasus</i>	141,00	0,14	15	0,29
Picuda	<i>Strongylura stolzmani</i>	362,00	0,35	8	0,16
Palometa	<i>Stromateus stellatus</i>	82,80	0,08	5	0,10
Mojarrilla común	<i>Stellifer minor</i>	43,00	0,04	4	0,08
Caballa	<i>Scomber japonicus</i>	51,00	0,05	2	0,04
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	175,00	0,17	1	0,02
Cojinoba	<i>Seriotelella violacea</i>	24,00	0,02	1	0,02
Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	9,00	0,01	1	0,02
	no determinado	1.399,50	1,35	1	0,02
Calamar	Fam. Loliginidae	2.056,38	1,98	61	1,19
	Número de muestras	1.220		1.110	

un total de 5.119 ítems presa. El peso de los regúrgitos varió entre 8 g y 400 g, con una media de 85,0 g ( $DS=45,00$ ;  $n=1.220$ ) (tabla 3). El número promedio de especies presa encontrados en los regúrgitos fue  $1,18 \pm 0,42$  (rango=1-4;  $n=1.220$ ). En el alimento regurgitado se encontraron doce especies de peces (98,02%,  $n=103.688$ ), además de calamar (1,98%). Sólo un 1,35% en peso del alimento regurgitado se encontró muy digerido para ser identificado. La tabla 4 muestra la relación general de presas consumidas por el piquero, ordenadas de acuerdo al peso total encontrado de cada una. La anchoveta *Engraulis ringens* fue la presa predominante en la dieta del piquero, observándose que el 76,23% en peso del alimento ( $n=103.688$  gramos) y el 78,53% en número del total de peces encontrados ( $n=5.119$  peces) corresponden a esta especie. Otras especies importantes son el pejerrey *Odontesthes regia* (9,50% en peso; 13,21% en número), la agujilla *Scomberesox saurus* (5,05% en peso; 4,38% en número)

y la sardina *Sardinops sagax* (5,03% en peso; 1,95% en número). Las ocho especies restantes contribuyeron sólo con el 2,21% del alimento.

El 71,23% de los regúrgitos analizados contenían únicamente anchoveta, mientras que sólo el 14,18% de los regúrgitos contenían presas diferentes a la anchoveta ( $n=1.220$ ). El consumo de anchoveta, tanto en masa como en número, presenta diferencias altamente significativas entre zonas en cada una de las evaluaciones realizadas (KRUSKAL-WALLIS ANOVA,  $P<0,01$ ), con excepción de aquella llevada a cabo en noviembre de 1995 donde estas diferencias no se presentaron (KRUSKAL-WALLIS ANOVA,  $H=1,252$ ,  $P=0,535$ ). Entre la Isla Macabí y Punta San Juan, se observa una ligera tendencia decreciente en latitud en el consumo de anchoveta (figura 5). La relación inversa entre el consumo de anchoveta y la latitud ( $r_{\text{SPEARMAN}}=-0,415$ ,  $n=22$ ), no fue significativa (REGRESION ANOVA,  $GL=20$ ,  $F=3,710$ ,  $P=0,068$ ). Del mis-

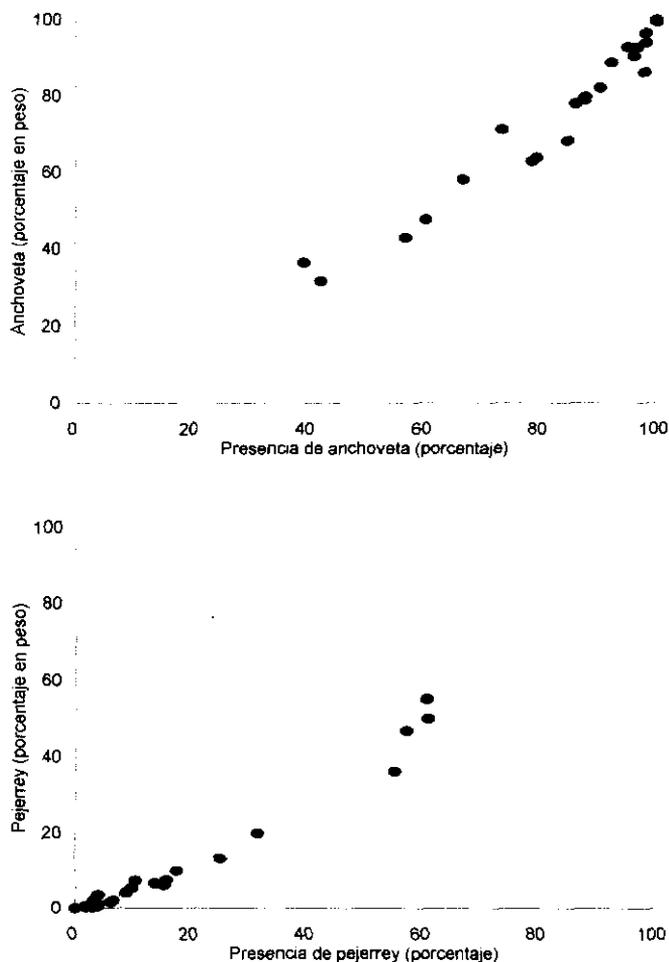


FIGURA 7.- Relación entre la ocurrencia y la cantidad de anchoveta y pejerrey en los regúrgitos de piquero. Las cantidades de cada especie están expresadas como porcentajes del peso total de la muestra.

mo modo, el consumo de anchoveta, tanto en masa como en número, presenta diferencias altamente significativas entre meses en las Islas Macabí, Mazorca y Chincha (KRUSKAL-WALLIS ANOVA,  $P < 0,01$ ), observándose mayor consumo de esta presa entre setiembre de 1995 y abril de 1996, y menor consumo en mayo de 1995 y junio de 1996 (figura 6). En julio de 1995 y en agosto de 1996 en Mazorca los piqueros no regurgitaron, mientras en las

Islas Chincha no se encontraron colonias de esta especie. Los datos de San Juan y Coles no se incluyen debido a la poca información recolectada en estas áreas. La presencia de anchoveta en los regúrgitos varió entre 39,3% y 100%, mientras que el consumo de esta presa variaba entre 31,8% y 100%, observándose que existe una relación directa ( $r_{\text{SPEARMAN}} = 0,975$ ,  $n = 25$ ) entre ambos parámetros que se muestra en la figura 7.

Tabla 5. Tallas de las anchovetas encontradas en los regúrgitos de piquero, por áreas muestreadas y por meses evaluados.

AREA	MES/AÑO	Número de regúrgitos	TALLAS DE ANCHOVETA						
			Media	DS	Min.	Max.	Mediana	Asimetría	Curtosis
Macabí	May./1995	162	14,38	2,24	8,00	18,00	15,00	-1,13	0,86
Mazorca	May./1995	200	13,10		6,00	18,50	13,50	-0,49	-0,69
Chincha	May./1995	166	13,84	1,60	8,00	16,40	14,20	-1,08	1,43
SanJuan	May./1995	97	13,93	1,25	8,70	16,00	14,00	-1,10	2,13
Macabí	Jul. / 1995	123	14,46	2,27	9,50	18,00	15,00	-0,41	-1,09
Mazorca	Jul. / 1995	-			sin datos				
Chincha	Jul. / 1995	19	11,85	2,10	10,00	17,00	11,00	1,22	0,44
San Juan	Jul. / 1995	-			sin datos				
Macabí	Set. / 1995	184	14,07	1,48	10,00	18,00	14,00	0,02	-0,22
Mazorca	Set. / 1995	145	14,13	1,51	9,50	17,00	14,00	-0,31	-0,40
Chincha	Set. / 1995	154	14,20	1,60	11,00	17,00	14,00	0,07	-1,33
SanJuan	Set. / 1995	-			sin datos				
Macabí	Nov./1995	230	15,20	1,27	9,20	18,00	15,15	-0,87	2,67
Mazorca	Nov./1995	118	13,51	1,63	8,00	17,00	13,70	-1,36	2,67
Chincha	Nov./1995	84	14,58	1,40	11,00	17,50	14,50	-0,23	-0,06
San Juan	Nov./1995	-			sin datos				
Macabí	Feb./1996	150	11,25	1,20	8,50	16,00	11,50	0,52	2,10
Mazorca	Feb./1996	40	14,88	1,11	11,50	16,00	15,00	-1,50	1,53
Chincha	Feb./1996	115	14,31	1,12	10,50	17,00	14,40	-0,47	0,63
San Juan	Feb./1996	87	13,75	1,89	10,00	18,00	14,00	-0,49	-0,50
Coles	Feb./1996	41	14,64	1,13	10,00	16,50	15,00	-1,93	5,90
Macabí	Abr./1996	238	14,21	1,65	9,50	17,30	14,00	0,06	-0,81
Mazorca	Abr./1996	239	13,28	1,59	8,10	17,60	13,50	-0,40	0,35
Chincha	Abr./1996	243	15,11	0,78	12,50	16,50	15,20	-0,67	0,51
San Juan	Abr./1996	-			sin datos				
Coles	Abr./1996	-			sin datos				
Lobos de Tierra	May./1996	198	13,79	2,05	6,00	18,00	14,00	-0,90	1,32
Macabí	Jun. /1996	221	13,32	1,30	7,50	16,50	13,50	-0,83	2,17
Mazorca	Jun. /1996	44	14,47	1,06	11,90	16,50	14,55	-0,31	-0,36
Chincha	Jun. /1996	85	14,66	1,19	10,50	17,00	14,50	-0,76	1,21
SanJuan	Jun. /1996	-			sin datos				
Coles	Jun. /1996	254	13,35	1,91	9,00	17,50	13,00	0,29	-0,68
Macabí	Ago./1996	203	15,42	1,88	7,50	18,00	16,00	-1,77	3,97
Mazorca	Ago./1996	-			sin datos				
Chincha	Ago./1996	-			sin datos				
SanJuan	Ago./1996	-			sin datos				
Coles	Ago./1996	176	13,98	1,43	10,00	17,50	14,00	0,25	-0,20

La segunda especie en importancia en la dieta del piquero es el pejerrey. Esta presa representó el 100% del alimento en sólo el 7,05% de los regúrgitos analizados y se encontró en cantidades variables en el 7,78% de las muestras, las mismas que además contenían anchoveta (n=1.220). Se observa que existe una relación inver-

sa ( $r_{\text{SPEARMAN}} = -0,496$ , n=25) y muy significativa entre el consumo de anchoveta y el consumo de pejerrey (REGRESION ANOVA, GL=23, F=16,311, P<0,01). Esta relación es más fuerte cuando no se consideran cinco muestreos donde la segunda presa más consumida fue la agujilla o la sardina ( $r_{\text{SPEARMAN}} = -0,854$ , n=20). La agujilla fue

presa importante en las Puntas San Juan y Coles en febrero de 1996, representando el 51,91% y el 34,57% de la dieta respectivamente. Asimismo, en Punta Coles constituyó el 32,52% del alimento consumido en agosto de 1996. La sardina fue presa importante del piquero en la Isla Macabí en mayo y julio de 1995, donde representó el 37,93% y el 44,16% de la dieta respectivamente. La presencia de pejerrey en los regúrgitos varió entre 0% y 60,8%, mientras su consumo variaba entre 0% y 55,1%, se observa también una relación directa ( $r_{\text{SPEARMAN}}=0,982$ ,  $n=25$ ) entre ambos parámetros que se muestra en la figura 7.

La diversidad de la dieta medida utilizando el índice estandarizado de LEVINS varió entre 0 y 0,138. Se observa que existe una relación inversa ( $r_{\text{SPEARMAN}}=-0,977$ ,  $n=25$ ) y muy significativa entre el consumo de anchoveta y la diversidad de la dieta (REGRESION ANOVA,  $GL=23$ ,  $F=215,378$ ,  $P<0,01$ ). Asimismo, se observa que existe una relación directa ( $r_{\text{SPEARMAN}}=0,360$ ,  $n=25$ ) y significativa entre el consumo de pejerrey y la diversidad de la dieta (REGRESION ANOVA,  $GL=23$ ,  $F=6,610$ ,  $P<0,01$ ). Esta relación es más fuerte cuando no se consideran los cinco muestreos donde la segunda presa más consumida fue diferente al pejerrey ( $r_{\text{SPEARMAN}}=0,824$ ,  $n=20$ ).

La talla media de la anchoveta consumida fue  $14,01 \pm 1,88$  cm ( $n=3.818$ ), con un rango de tallas que varió entre 6 cm y 18,5 cm, la mediana se encontró en 14,00 cm. Las tallas de anchoveta consumidas (Tabla 5) presentan diferencias altamente significativas entre zonas en cada una de las evaluaciones realizadas (ANOVA,  $P<0,01$ ), con excepción de la evaluación de setiembre de 1995 donde no se observaron estas diferencias (ANOVA,  $F=0,329$ ,  $P=0,720$ ). Asimismo, las tallas de ancho-

veta consumidas presentan diferencias altamente significativas entre meses en cada zona evaluada (ANOVA,  $P<0,01$ ).

## DISCUSION

A pesar de alimentarse de recursos marinos en espectros relativamente amplios, los guanayes y los piqueros muestran preferencia por un grupo reducido de ellos, siendo la anchoveta la presa predominante en la dieta de ambas especies. La anchoveta habita exclusivamente en la costa oeste de Sud América, entre los  $4^{\circ}30'S$  en el Perú (JORDÁN 1971) y los  $42^{\circ}30'S$  en Chile, presentando grandes concentraciones en la costa norte y centro del Perú, al norte del área de mayor afloramiento (PAULY y TSUKAYAMA 1987). Las variaciones latitudinales encontradas en el consumo de anchoveta por guanayes y piqueros muestran un patrón similar al descrito. La variación latitudinal en el consumo de anchoveta por guanayes refleja la gran disponibilidad de este recurso en la zona norte-centro, donde el stock generalmente es más denso y abundante, la poca disponibilidad de esta presa en la zona de surgencia de San Juan y la presencia de anchoveta del stock sur en Coles (JORDÁN 1982), acorde a los resultados obtenidos durante el crucero de investigación BIC SNP-1 9602-04 (SEGURA *et al.* 1996). La dieta del piquero no muestra claramente esta tendencia latitudinal en la disponibilidad de la anchoveta, debido probablemente a la estrategia de forrajeo de la especie. Mientras el guanay se alimenta en bandadas grandes y requiere de cardúmenes bastante grandes para alimentarse, el piquero se alimenta en grupos relativamente más pequeños, razón por la cual la menor abundancia y concentración de los cardúmenes de anchoveta que se presenta en latitudes mayores a los  $13^{\circ}S$  (JORDÁN 1982), afectarían en menor grado sus poblaciones.

Los guanayes no presentan ninguna tendencia estacional respecto al consumo de anchoveta, observándose variaciones en torno a consumos promedio diferentes, dependiendo aparentemente de la oferta de alimento del medio. En piqueros, en cambio se observa que el consumo de anchoveta es mayor en meses de verano respecto a los meses de invierno, esto puede deberse a que en primavera y verano este recurso se concentra cerca a la costa, en tanto que en invierno los cardúmenes se dispersan (JORDÁN y CHIRINOS 1965) y pueden llegar hasta el doble de profundidad que en primavera (JORDÁN 1982). Si bien, la agregación o dispersión de los cardúmenes debería afectar a ambas especies de forma similar, en guanayes estos cambios estacionales en distribución no afectan debido probablemente a las estrategias de forrajeo de esta especie, que podría alcanzar mayores profundidades de buceo que el piquero (FURNESS y MONAGHAN 1987). No se conocen las profundidades de buceo del guanay y el piquero, sin embargo, la información disponible sobre *Phalacrocorax aristotelis* y *P. atriceps* muestra que estas especies bucean en promedio profundidades de 26 a 35 m en el primero y de 80 a 90 m en el segundo (CROXALL 1991, WANLESS *et al.* 1993), mientras que *Sula dactylatra* se alimenta principalmente entre los 3 y 4 m de profundidad (ANDERSON 1993).

La talla de la presa, es otro de los factores que puede explicar las diferencias estacionales en el consumo de anchoveta entre guanayes y piqueros. Se ha observado que en la dieta de los guanayes, la proporción entre anchoveta adulta (mayor a 12 cm) y anchoveta juvenil (mayor de 8 cm y menor de 12 cm) es variable, mientras que en piqueros el 89% de la anchoveta consumida es adulta (n=3,818). En las colo-

nias ubicadas en latitudes mayores a los 13°S, se ha observado que cuando los guanayes se alimentan de anchoveta juvenil, las colonias de piquero migran a otras áreas, quedando pocos individuos de esta especie. Esto se ha observado principalmente en las Islas Chincha, en invierno de 1995 y 1996. En invierno de 1996, la información proporcionada por el crucero de investigación BIC Humboldt 9608-09, indicó la presencia de individuos juveniles de anchoveta dentro de las 60 millas próximas a la costa en la zona centro y de una mayor proporción de éstos respecto a individuos adultos en la zona norte (CÁRDENAS *et al.* 1996). La dieta del guanay reflejó este patrón de distribución de la anchoveta. Las colonias de piquero en la zona centro migraron, mientras que las colonias de la zona norte permanecieron, sin embargo en la Isla Mazorca, no se lograron obtener regúrgitos, mientras en Macabí, la dieta estuvo formada principalmente por anchoveta adulta con presencia de juveniles. Las preferencias del piquero por presas grandes pueden relacionarse con los métodos de forrajeo, mientras el piquero se lanza desde el aire dentro del agua sobre su presa, el guanay se sumerge y la persigue buceando impulsado por sus patas (FURNESS y MONAGHAN 1987). En términos de costo energético no sería rentable para el piquero forrajear sobre presas pequeñas.

En guanay y piquero existe una relación inversa entre el consumo de la presa principal (anchoveta) y el consumo de otras especies como pejerrey y camotillo. Esta relación sugiere un reemplazo de la presa principal por presas alternativas localmente distribuidas y muy disponibles. En este caso, tenemos que el pejerrey es una especie costera, abundante entre

Chimbote e Ilo (GUEVARA *et al.* 1994, *no pub.*<sup>5</sup>) mientras que el camotillo es una especie pelágica abundante en la zona sur desde 1991 (BOUCHON y QUIROZ 1996, *no pub.*<sup>6</sup>). La relación inversa entre el consumo de anchoveta y la diversidad de la dieta, así como la relación directa entre el consumo de la presa alternativa y la diversidad de la dieta, sugieren que estas presas serían las principales responsables de cambios en los valores de estos índices. En guanayes, se observa un mayor consumo de presas alternativas en la zona centro y sur, donde el camotillo (San Juan y Punta Coles), el pejerrey (Chincha y San Juan) y la samasa (Chincha) pueden ser la presa dominante en la dieta e incluso la única presa consumida. En piqueros, el consumo de presas alternativas se observa también en el sur, donde el pejerrey (Chincha y San Juan) y la agujilla (San Juan y Coles) pueden proporcionar gran parte del alimento, aunque sin llegar a ser especies dominantes en la dieta.

En el guanay, las relaciones entre presencia y cantidad ingerida de anchoveta y pejerrey son similares (Figuras 4 y 7). En ambos casos, se observan dos zonas donde se agregan los puntos: la primera de amplio rango de presencias (0 a 25%) y bajo consumo de la presa (menos del 25%), y la segunda con altas presencias (mayor al 75%) y un amplio rango de variación en el consumo (25 a 100%). En anchoveta, la primera zona corresponde a Chincha, San Juan y Coles, donde la dis-

ponibilidad de esta presa es baja y se consumen las presas alternativas (camotillo y pejerrey), mientras que la segunda zona corresponde a Macabí y Mazorca donde este recurso es muy disponible. En consecuencia, en pejerrey la primera zona corresponde a Macabí y Mazorca, en tanto que la segunda zona corresponde a Chincha, San Juan y Coles donde este recurso es abundante. En el piquero, estas relaciones para anchoveta y pejerrey son disímiles, observándose que los puntos se concentran en el área de alta presencia y elevado consumo de anchoveta y en el área de baja presencia y bajo consumo de pejerrey.

Los bajos índices de diversidad de las dietas del guanay y el piquero, así como la forma en que utilizan los recursos, sugieren que el guanay es un ave oportunista que preda principalmente sobre peces de cardúmenes grandes y densos, distribuidos cerca a las áreas que habita, mientras que el piquero es un ave especialista, que ante cambios en la disponibilidad de su presa migra o consume presas alternativas dependiendo de la intensidad de estos cambios.

Las variaciones en las dietas del guanay y el piquero, muestran que la oferta de alimento en el sistema de afloramiento peruano, es bastante variable y que la disponibilidad de anchoveta presenta grandes variaciones tanto en el espacio (latitud) como en el tiempo (meses). Los argumentos antes presentados sostienen que el consumo de anchoveta en guanayes y piqueros refleja la disponibilidad de este recurso en las zonas norte, centro y sur de la costa peruana, siendo los guanayes los mejores indicadores de cambios en los patrones de distribución horizontal de esta presa, mientras que los piqueros serían buenos indicadores de cambios en su distribución vertical.

5 GUEVARA, R., M. VELIZ, C. ESTRELLA Y J. ZEBALLOS. 1994. Evaluación preliminar del recurso pejerrey *Odonthestes regia regia* (Atherinidae) en el período 1979-1990, en el litoral peruano. Informe interno, IMARPE. (mimeo.).

6 BOUCHON, M. Y M. QUIROZ. 1996. Aspectos biológicos-pesqueros del camotillo en la costa peruana. Informe interno, IMARPE. (mimeo.).

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a PESCAPERU Fertilizantes por las facilidades brindadas en cada una de las guardianías visitadas durante el presente estudio. Asimismo agradecemos a AQUILES GARCÍA-GODOS, DOMÉNICA ZILERI, RAÚL SÁNCHEZ, CECILIA FLORES, CAROLINA PICKENS, LUÍS PAZ SOLDÁN, DANIEL COSSIOS, LEONEL CAMPOS, JOSÉ CARRASCO, OTTO RIOFRÍO, ULISES BUCCICARDI, MARGARET FRAISER, ROBERTO PAREDES, ROSANA PAREDES y CARLOS ZAVALAGA por su participación en el análisis *in situ* de bolos y regúrgitos. Agradecemos también al Dr. HUMBERTO TOVAR, Dr. DAVID C. DUFFY y al Dr. ROBERT J.M. CRAWFORD por la bibliografía proporcionada. Queremos agradecer finalmente al Dr. RÓMULO JORDÁN, Dr. JULIO VALDIVIA, Dr. PEDRO AGUILAR, Blgo. MARCO ESPINO y Blga. GLADYS CÁRDENAS por revisar versiones preliminares del presente manuscrito. De manera especial dedicamos este trabajo a los Drs. RÓMULO JORDÁN y HUMBERTO TOVAR, pioneros en las investigaciones sobre aves marinas en el Perú, quienes a pesar de las limitaciones logísticas, sacaron adelante valiosos trabajos.

## LITERATURA CITADA

- ANDERSON, D.J. 1993. Masked Booby (*Sula dactylatra*). En: *The Birds of North America*, No 73. POOLE, A. and F. GILL (eds.). Philadelphia: The Academy of Natural Sciences.
- ASHMOLE, M.J. y N. P. ASHMOLE. 1968. The use of food samples from seabirds in the study of seasonal variation in the surface fauna of tropical oceanic areas. *Pacific Science*. 22(1):1-10.
- AVILA, E. 1954. Potencia deyeectiva del guanay *Phalacrocorax bougainvillii*. Bol. Cia. Admora. del Guano. 1(2):22-49.
- BARREDA, M. 1959. Recuperación del guanay *Phalacrocorax bougainvillii*. caqueticos en cautividad. Estudio de ingestión y deyección. Bol. Cia. Admora. del Guano. 35 (4):10-22.
- CAIRNS, D.K. 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies. *Biological Oceanography*. 5:261-271.
- CÁRDENAS, G., A. Echevarría y J. Pellón. 1996. Aspectos biológicos-pesqueros de los principales recursos pelágicos. Crucero BIC Humboldt 9608-09. Inf. Inst. Mar Perú. En prensa.
- CABRERA, D. 1979. Bases para el manejo del recurso aves guaneras en el Perú. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Trujillo. 44 p + anexos.
- CRAWFORD, R. J. y B. DYER. 1995. Responses by four seabird to a fluctuating availability of Cape Anchovy *Engraulis capensis* off South Africa. *Ibis* 137:329-339.
- CRAWFORD, R.J.M., R.A. CRUICKSHANK, P.A. SHELTON y I. KRUGER. 1985. Partitioning of goby resource amongst four avian predators and evidence for altered trophic flow in the pelagic community of an intense, perennial upwelling system. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 3:215-228.
- CROXALL, J.P., Y. NAITO, A. KATO, P. ROTHERY y D.R. BRIGGS. 1991. Diving patterns and performance in the Antarctic blue-eyed shag *Phalacrocorax atriceps*. *J. Zool., London*. 225:177-199.
- DUFFY, D.C. y L.J.B. LAURENSEN. 1983. Pellets of cape cormorants as indicators of diet. *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.
- FURNES, R.W. y P. MONAGHAN. 1987. *Seabird Ecology*. Blackie. London. 164 p.
- GALARZA, N. 1968. Informe sobre los estudios ornitológicos realizados en el laboratorio de la Puntilla (Pisco) en setiembre de de 1965/66. Serie de Informes Especiales Inst. Mar Perú. Callao. 31: 1-20.
- GAMARRA, D.L. 1941. Relación de cantidad de alimento ingerido por las aves guaneras y el guano aprovechable que producen. Bol. Cia. Admora. del Guano. 17(3):103-116.
- GUILLÉN, V. 1992. Distribución latitudinal de aves guaneras del Perú, durante 1984-89. Boletín de Lima. 81:77-96.

- GUILLÉN, V. 1993. Alimentación de aves guaneras y reproducción de lobos marinos en el Perú. Bol. de Lima. 85:79-95
- 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 bougainvillii* y un método para estimar la ingestión diaria. Bol. Cia. Admora. del Guano. 35(4):23-40.
- JORDÁN, R. 1961. Las aves guaneras, la cadena alimentaria y la producción de guano. Bol. Cia. Admora. del Guano. 37(3):19-20.
- JORDÁN, R. 1971. Distribution of anchoveta (*Engraulis ringens* J.) in relation to the environment. Inv. Pesq. 35(1):113-126.
- JORDÁN, R. 1982. La anchoveta y su captura frente a las costas del Perú. Segundo seminario taller. Bases biológicas para el uso y manejo de recursos naturales renovables: Recursos biológicos marinos. CASTILLA, J. C. (Ed.). Monografías Biológicas (2): 51-63.
- JORDÁN, R. y A. CHIRINOS. 1965. La anchoveta (*Engraulis ringens* J.) conocimiento actual sobre su biología, ecología y pesquería. Inf. Inst. Mar Perú. 6:1-52.
- KREBS, C.J. 1989. Ecological methodology. Harper and Row Publishers. New York. 654 p.
- MURPHY, R.C. 1936. Oceanic birds of South America. American Museum of Natural History. New York. Volume II. 1245 p.
- PAULY, D. e I. TSUKAYAMA. 1987. On the implementation of management-oriented fishery research: the case of the Peruvian anchoveta. p:1-13. En: D. PAULY and I. TSUKAYAMA (eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystems: three decades of change. ICLARM Studies and Reviews 15, 351 p. IMARPE, GTZ, ICLARM.
- SEGURA, M., M. GUTIÉRREZ y R. CASTILLO. 1996. Distribución, concentración y biomasa de los principales recursos pelágicos durante el verano de 1996. Crucero BIC SNP-1 9602-04. Inf. Inst. Mar Perú. 122: 9-26.
- SIEGEL, S. 1956. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. Mc Graw-Hill Book Company, INC. New York. 312 p.
- TOVAR, H. y N. GALARZA. 1984. Cambios en el régimen alimentario del Guanay *Phalacrocorax bougainvillii*. Boletín de Lima. 35:85-91.
- TOVAR, H., D. CABRERA y V. GUILLÉN. 1988. Predación de piquero *Sula variegata* (Aves Sulidae) sobre peces en el litoral peruano. En: Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano. SALZWEDEL y LANDA (eds.). Boletín Inst. Mar Perú. Vol. Extraord. p:329- 333.
- TOVAR, H. y V. GUILLÉN. 1988. Comportamiento alimenticio del piquero *Sula variegata*, ave guanera peruana. Boletín de Lima. 60:85-90.
- TOVAR, H. y V. GUILLÉN. 1989. Composición por especies del contenido estomacal de guanay *Phalacrocorax bougainvillii* Lesson. En: Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y la Pesquería Sudeste. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Rev. Pacífico Sur (Número especial):307-312.
- WANLESS, S., T. CORFIELD, M.P. HARRIS, S.T. BUCKLAND y J.A. MORRIS. 1993. Diving behaviour of the shag *Phalacrocorax aristotelis* (Aves: Pelecaniformes) in relation to water depth and prey size. J. Zool., London. 231: 11-25.