

Determinación del crecimiento de la caballa *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) de las islas Canarias a través del análisis de las frecuencias de tallas

J. M.^a Lorenzo Nespereira y J. M. González Pajuelo

Departamento de Biología. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Campus Universitario de Tafira. 35017 Las Palmas, España.

RESUMEN

Se determinó el crecimiento de la caballa *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) de las islas Canarias a través del análisis de las frecuencias de tallas. La longitud total fue medida en 3858 ejemplares capturados al suroeste de Gran Canaria (islas Canarias) entre los meses de marzo de 1988 y julio de 1990. El rango de tallas fue amplio (13-48 cm de longitud total) y su abundancia relativa variable. Las tallas modales discriminadas mediante el método de Bhattacharya (1967) correspondieron a los grupos de edad de 0 a 5 años. El valor de la longitud máxima teórica, obtenida por aplicación del método de Wetherall, Polovina y Ralston (1987), fue 47,3 cm. Los valores de los parámetros de la ecuación de crecimiento estacional oscilatorio de Von Bertalanffy, obtenidos por el método de Pauly y David (1981), fueron $L_{\infty} = 49,50$ cm, $k = 0,23$ año⁻¹, $C = 0,650$ y $WP = 0,800$. Los métodos de análisis de frecuencia de tallas ofrecieron resultados muy satisfactorios para la caballa de las islas Canarias. Dichos resultados fueron muy similares a los obtenidos por lectura directa de los otolitos.

Palabras clave: Caballa, *Scomber japonicus*, islas Canarias, crecimiento, análisis de frecuencias de tallas.

ABSTRACT

Growth of the chub mackerel *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) off the Canary Islands determined by length-frequency analysis.

The growth of the chub mackerel *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) off the Canary Islands was determined by length-frequency analysis. The total length was measured in 3858 individuals captured south-west of Gran Canaria (Canary Islands) from March 1988 to July 1990. The length range was wide (13-48 cm total length) and the frequencies were very variable. The class modes, identified by using the method of Bhattacharya (1967), corresponded to the age-groups 0-5 years. The value of the theoretical maximum length obtained by means of the method of Wetherall, Polovina and Ralston (1987) was 47.3 cm. The values of the parameters of the seasonally oscillating Von Bertalanffy growth equation, determined by the method of Pauly and David (1981), were $L_{\infty} = 49.50$ cm, $k = 0.23$ year⁻¹, $C = 0.650$, and $WP = 0.800$. The length-frequency analysis provided very satisfactory results for the Canary Islands chub mackerel. These results were very similar to those obtained by reading otoliths.

Key words: Chub mackerel, *Scomber japonicus*, Canary Islands, growth, length-frequency analysis.

INTRODUCCIÓN

La caballa *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) es una de las especies de peces más importantes de las islas Canarias desde el punto de vista económico. Esta especie representa aproximadamente el 60 % de la captura total de pequeños pelágicos, los cuales constituyen el segundo recurso pesquero del archipiélago en importancia comercial (Pastor y Delgado de Molina, 1985).

La determinación de los parámetros de crecimiento resulta, sin duda, fundamental para el conocimiento de la biología de las especies y para su correcto manejo pesquero. El crecimiento de los peces osteíctios puede determinarse a través de la interpretación de las marcas presentes en sus tejidos calcificados, mediante experimentos de marcado y recaptura, por observación directa en animales criados en cautividad y por aplicación de métodos de análisis de frecuencias de tallas (Morales-Nin, 1987).

Los métodos de análisis de frecuencias de tallas, a pesar de presentar ciertas limita-

ciones y no ser tan precisos como otras técnicas de determinación del crecimiento, constituyen una herramienta muy útil, pues son fáciles de manejar, utilizan datos básicos y su aplicación es rápida y nada costosa (Morales-Nin, 1988). Estos métodos son especialmente útiles en el estudio del crecimiento de aquellas poblaciones cuyos individuos presentan un crecimiento rápido y su época de nacimiento abarca un periodo de tiempo corto (Jearld, 1983; Royce, 1984; Casselman, 1987; MacDonald, 1987; Morales-Nin, 1987).

En el presente trabajo se considera la aplicabilidad de los métodos de análisis de frecuencias de tallas para estudiar el crecimiento de la caballa en las islas Canarias.

MATERIAL Y MÉTODOS

La longitud total (en milímetros) fue medida en 3 858 ejemplares de caballa tomados al azar, con frecuencia quincenal, de las capturas comerciales desembarcadas en el puerto de Arguineguín (Gran Cana-

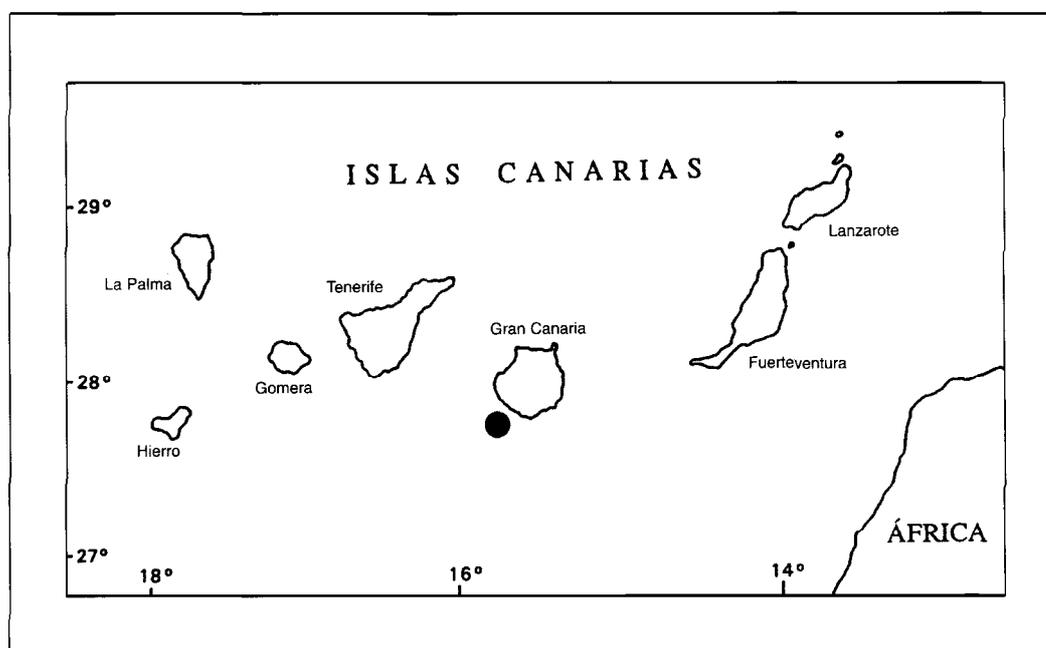


Figura 1. Localización de la zona de estudio.

ria) entre los meses de marzo de 1988 y julio de 1990. Los individuos estudiados fueron capturados al suroeste de Gran Canaria (figura 1), sobre la plataforma insular, por embarcaciones artesanales que utilizan el arte de cerco con jareta denominado traña. Los barcos salen al atardecer acompañados de un bote auxiliar denominado lucero, encargado de atraer la pesca mediante luz artificial.

Las tallas de los ejemplares muestreados fueron agrupadas en intervalos de longitud de 1 cm y sus frecuencias se distribuyeron por meses (tabla I). A las frecuencias de tallas así distribuidas y expresadas en porcentajes les fueron, entonces, aplicados diversos métodos de análisis.

En primer lugar, se separaron, por aplicación del método de Bhattacharya (1967), los componentes normales correspondientes a clases de edad de las distribuciones mensuales de frecuencias de tallas. Para esto se empleó el programa MPA (Gayanilo, Soriano y Pauly, 1988), que provee un índice de separación cuyo valor ha de ser mayor que 2 (valor crítico) para que la diferencia entre grupos sea significativa.

En segundo término, se estimó la longitud máxima teórica (L_{∞}) de la ecuación de Von Bertalanffy a través del método de Wetherall, Polovina y Ralston (1987), que determina dicho parámetro a partir de la relación lineal que existe entre la talla media de la captura superior a la talla de reclutamiento total y esta talla. En este caso se empleó el programa ELEFAN II (Gayanilo, Soriano y Pauly, 1988).

Por último, se ajustó, mediante el método de Pauly y David (1981), una curva de crecimiento a las clases modales de las distribuciones mensuales de frecuencias de tallas correspondientes a todo el periodo de estudio. Para ello se utilizó el programa ELEFAN I (Gayanilo, Soriano y Pauly, 1988), que utiliza una forma modificada de la ecuación de Von Bertalanffy que incluye oscilaciones estacionales (Pauly y Gaschütz, 1979)

$$l_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0) + (Ck/2\pi) \sin(2\pi(t-t_0))})$$

siendo: $t_0 = WP + 0,5$ donde WP es el punto de mínimo crecimiento, C la amplitud de la

oscilación y el resto de los parámetros son los de la ecuación de Von Bertalanffy. El programa provee un índice de ajuste R_n que es parecido al coeficiente de correlación. La variación explicada por el modelo será mayor cuanto más cercano a 1 sea el valor de este índice.

RESULTADOS

El rango de tallas de los individuos muestreados a lo largo del periodo de estudio es amplio (13-48 cm de longitud total) y su abundancia relativa variable (tabla I). Los ejemplares menores de 13 cm no aparecen en la captura y los mayores de 26 cm son escasos. Las tallas más frecuentes son las comprendidas entre 16 y 22 cm.

Las clases modales obtenidas por aplicación del método de Bhattacharya (1967) se muestran, con sus desviaciones típicas correspondientes, en la tabla II. El análisis determina, en algunos meses, la presencia de hasta 5 clases modales; sin embargo, en la mayoría de ellos solamente se identifican dos modas e incluso, en algunos, tan sólo una. La separación de las clases modales no resultó problemática, siendo el valor del índice de separación, en todos los casos, mayor que el valor crítico. En general, el incremento de longitud entre las sucesivas clases modales es notable y los valores de dispersión de las longitudes medias son bajos (1,1 cm en promedio).

El valor de la longitud máxima teórica, obtenido mediante el método de Wetherall, Polovina y Ralston (1987), es 47,3 cm. Los valores de los parámetros de la ecuación de Von Bertalanffy de crecimiento estacional oscilatorio, estimados según el método de Pauly y David (1981), son $L_{\infty} = 49,50$ cm; $k = 0,23$ año⁻¹; $C = 0,650$ y $WP = 0,800$. La curva seleccionada no presentó un ajuste muy alto ($R_n = 0,272$). El bajo valor del índice de ajuste es difícil de interpretar, aunque es posible que esté relacionado con la variabilidad de las frecuencias de tallas. También puede que sea debido al algoritmo utilizado por el programa para el ajuste de los datos.

DISCUSIÓN

La variabilidad observada en la abundancia relativa de las tallas correspondientes a los ejemplares muestreados durante el periodo de estudio se explica por el carácter migratorio de la especie, que se refleja en las capturas de la flota que opera en el área. Las caballas más jóvenes se encuentran en aguas muy próximas a la orilla y al alcanzar una talla próxima a los 12 cm de

longitud total se dirigen hacia zonas más alejadas de la costa, situadas sobre la plataforma insular, donde son capturadas. Cuando alcanzan una longitud cercana a los 26 cm, los individuos abandonan esas zonas, donde permanecen concentrados, para dirigirse hacia áreas de alimentación situadas mar adentro. Cada año, durante los meses de invierno, esos individuos de tallas grandes se aproximan a la costa con fines reproductores, retornando a las zonas de alimenta-

Tabla I. Distribuciones mensuales de frecuencias de tallas de la caballa *S. japonicus* de las islas Canarias (marzo 1988-julio 1990).

Talla (cm)	Muestra (mes/año)														
	3/88	4/88	5/88	6/88	7/88	8/88	9/88	10/88	11/88	12/88	1/89	2/89	3/89	4/89	5/89
13				6											
14				70	6	24			2						
15				42	15	64	13		63	2					
16				2	32	47	33	13	49	6	21	12			
17		1		1	15	24	48	19	19	4	60	33	4	26	
18	2	1	22	2	6	10	56	21	8	6	8	25	38	46	1
19	9	1	24	25	9	4	26	31	2	4	5	19	37	19	3
20	39	4	39	60	18	2	13	23	2	1	3	9	38	16	7
21	41	31	38	40	35	10	2	19	5	1	1	4	21	15	3
22	22	22	47	18	40	14	4	17	2	2		2	8	4	6
23	12	7	28	6	19	11	6	3	9	1	4		6	2	3
24	1	3	17	4	4	1		2	3	1	3	4	5	2	2
25	2	8	6		1			4	3				5	3	1
26	1	8	14	1			1	3	2			1		1	
27	1	3	5					2					2	1	2
28		5	4									1	1	2	1
29		9	4					1				1	1	2	
30		3	4										1	3	2
31		4	2									1		9	4
32		1	2									2		4	1
33		1	2											7	
34		1	1							1				1	
35		1	1					1		1			1	4	
36		1	1							5				4	
37			1							2				1	
38										1				2	
39										1			1	1	
40															
41															
42								1							
43															
44															
45															
46															
47															
48															
Total	130	115	262	277	200	211	202	160	169	39	105	114	169	175	36

ción a finales de primavera. Este modelo de distribución espacio-temporal también ha sido observado, para la misma especie, en otras áreas, concretamente en el mar de Argentina (Ciechomski y Capezzani, 1969; Castello y Cousseau, 1976; Sánchez, 1982) y en el noroeste africano (Habashi y Wojcichowski, 1973).

Los análisis de frecuencias de tallas requieren el uso de datos representativos. En el caso estudiado, si bien los individuos

de mayor talla realizan importantes movimientos migratorios, durante cierto periodo del año se encuentran en la zona que se estudia y, por tanto, es posible determinar el crecimiento a partir de la serie de frecuencias de tallas que se tiene.

El método de Bhattacharya (1967) ha ofrecido, para la caballa de las islas Canarias, buenos resultados. La separación de las sucesivas clases modales resultó sencilla gracias al considerable incremento de talla

Tabla I (continuación).

Talla (cm)	Muestra (mes/año)													
	6/89	7/89	8/89	9/89	10/89	11/89	12/89	1/90	2/90	3/90	4/90	5/90	6/90	7/90
13														
14														
15	5	23	68	8	4	4	8							
16	2	37	40	78	136	46	54	24	3					
17	5	9	13	40	87	24	27	70	28					
18	13		9	30	10	5	8	34	40	2				
19	18		5	8	1	1	3	9	40	31		2		
20	25		3	1			8		11	37		5		9
21	35	1	3	1			7		7	8		4		31
22	21	2	3				5		1	2		2		4
23	11	2	5				5		1	2		3		2
24	2	1	4				1					1		1
25	2		4									1		1
26	2		1								1	1		
27	2		1				1				2	2		2
28	1		1								3			3
29						1					3			2
30	3										2	5		4
31	2										1	4		4
32								1	1			3		4
33	2		1					2				2		5
34								1				6		
35												5		1
36												2		
37												3		1
38							1					1		
39														
40														
41														
42														
43														
44														
45														
46														
47														
48							1							
Total	151	75	161	166	238	81	129	141	132	82	12	52		74

Tabla II. Clases modales obtenidas para la caballa de las islas Canarias (marzo 1988-julio 1990).

Muestra (mes/año)	Clases modales (cm)				
3/88	20,8(1,2)	25,3(0,6)			
4/88	21,6(0,8)	25,5(1,1)	29,0(0,7)		
5/88	21,0(1,8)	26,1(0,7)	28,9(1,6)	32,9(1,0)	36,6(2,3)
6/88	14,4(0,6)	20,7(1,1)			
7/88	16,0(1,2)	21,4(1,2)			
8/88	15,5(1,1)	21,2(1,3)			
9/88	17,4(1,4)	23,5(1,5)			
10/88	18,7(2,0)	25,5(1,3)			
11/88	16,3(0,8)	23,1(0,6)			
12/88	17,2(1,4)	22,1(0,7)	36,1(0,6)		
1/89	16,8(0,6)				
2/89	17,9(1,4)				
3/89	19,5(1,1)	25,2(2,2)			
4/89	17,9(0,8)	24,1(1,3)	31,7(1,1)	35,5(0,8)	37,5(1,2)
5/89	21,1(1,6)	26,5(1,1)	30,8(0,7)		
6/89	20,4(1,8)	26,5(1,0)	29,5(1,9)		
7/89	15,7(0,7)	22,5(1,4)			
8/89	14,5(1,3)	23,7(1,3)			
9/89	16,3(0,6)				
10/89	16,6(0,6)				
11/89	16,3(0,6)				
12/89	16,3(0,6)	21,0(1,4)			
1/90	17,1(0,7)	33,0(0,8)			
2/90	18,8(1,2)				
3/90	19,7(0,7)				
4/90	28,5(1,7)				
5/90	21,1(1,8)	29,4(2,6)	34,5(0,5)	36,8(0,8)	
6/90					
7/90	20,9(0,5)	28,0(1,0)	33,5(2,4)		

anual y la baja dispersión. Esto tiene, sin duda, mucha importancia, pues un problema reconocido en el análisis de frecuencias de tallas es la difícil separación de las clases modales cuando la diferencia en longitud entre las sucesivas tallas medias es pequeña y la dispersión es alta (MacDonald, 1987).

Los resultados obtenidos por aplicación del método de Bhattacharya (1967) concuerdan con los obtenidos a través de la interpretación de los anillos presentes en los otolitos. Las clases modales discriminadas con esa técnica de análisis de frecuencias de tallas coinciden bien con las longitudes medias de los distintos grupos de edad obtenidas para la misma especie, también en aguas de Canarias, por lectura directa de los otolitos (Lorenzo Nespereira,

1992). Las tallas modales corresponden a los grupos de edad de 0 a 5 años. El número de grupos de edad determinados por ambos métodos no coincide, habiéndose detectado uno más por lectura de los otolitos; ahora bien, ese grupo está constituido por un solo individuo y, por tanto, dada su bajísima representatividad en la muestra, no fue posible su discriminación mediante el método de Bhattacharya (1967).

Por lo que hace referencia al método de Wetherall, Polovina y Ralston (1987), éste también ha rendido un resultado muy coherente en el caso estudiado, pues la longitud máxima teórica estimada es aproximadamente igual a la longitud máxima observada para esta especie en aguas de Canarias (47,5 cm).

La determinación de los parámetros de crecimiento mediante la aplicación del método de Pauly y David (1981) también ha resultado satisfactoria para la caballa de las islas Canarias. La curva obtenida describe adecuadamente el crecimiento de la especie en el área de estudio. El valor de la longitud máxima teórica es similar, aunque algo superior, al de la talla del ejemplar más largo muestreado y el valor del coeficiente de crecimiento indica un acercamiento relativamente rápido a la longitud asintótica. Los valores que toman los parámetros estacionales indican oscilaciones del crecimiento que justifican los anillos anuales detectados en los otolitos (Lorenzo Nespereira, 1992).

El método de Pauly y David (1981) también provee resultados muy similares a los obtenidos por interpretación de los anillos presentes en los otolitos. Así, los valores de la longitud máxima teórica y del coeficiente de crecimiento estimados para la caballa del archipiélago canario por lectura directa de los otolitos fueron 50,60 cm y $0,21 \text{ año}^{-1}$ (Lorenzo Nespereira, 1992).

A la vista de lo expuesto, cabe apuntar que los métodos de análisis de frecuencias de tallas han ofrecido, en el caso estudiado, resultados muy satisfactorios. En este sentido, es importante señalar que, afortunadamente, la caballa de las islas Canarias presenta un crecimiento rápido y su época de puesta abarca un periodo de tiempo relativamente corto (Lorenzo Nespereira y González Pajuelo, 1993). En consecuencia, a pesar de sus limitaciones, estos métodos son adecuados para estudiar el crecimiento de la caballa de las islas Canarias y, por tanto, también pueden ser utilizados para validar y complementar los resultados que se deriven de la aplicación de otras metodologías.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Dra. Beatriz Morales-Nin por sus enseñanzas desinteresadas sobre la edad

y el crecimiento de los osteóctios. Este estudio fue financiado por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

BIBLIOGRAFÍA

- Bhattacharya, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23: 115-135.
- Casselman, J. M. 1987. Determination of age and growth. En: *The Biology of Fish Growth*. A. H. Weatherley y A. S. Hill (eds.): 209-242. Academic Press. Londres.
- Castello, J. P. y M. B. Cousseau. 1976. Observaciones sobre la caballa en las temporadas de pesca del periodo 1969 a 1975 (Pisces, *Scomber japonicus marplatensis*). *Physis* 35 (91): 195-203.
- Ciechowski, J. D. y D. A. Capezzani. 1969. Fecundity of the Argentinean mackerel *Scomber japonicus marplatensis*. *Marine Biology* 2 (3): 277-282.
- Gayanilo, F. C., Jr., M. Soriano y D. Pauly. 1988. A draft guide to the compleat ELEFAN. *ICLARM software* 2: 65 pp.
- Habashi, B. y J. Wojciechowski. 1973. Observations on the biology of *Scomber japonicus* off northwest Africa. *ICES C.M.* 1973/J:20: 9 pp.
- Jearld, A. 1983. Age determination. En: *Fisheries Techniques*. L. A. Nielsen y D. L. Johnson (eds.): 301-342. American Fisheries Society. Bethesda (Maryland), EE UU.
- Lorenzo Nespereira, J. M. 1992. *Crecimiento de la caballa Scomber japonicus (Houttuyn, 1782) en aguas del archipiélago canario*. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas: 199 pp.
- Lorenzo Nespereira, J. M. y J. M. González Pajuelo. 1993. Determinación de la talla de primera madurez sexual y periodo reproductivo de la caballa *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) de las islas Canarias. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 9 (1): 15-21.
- MacDonald, P. D. M. 1987. Analysis of length-frequency distributions. En: *Age and Growth of Fish*. R. C. Summerfelt y G. E. Hall (eds.): 371-385. Iowa State University Press/Ames. Des Moines (Iowa), EE UU.
- Morales-Nin, B. 1987. Métodos de determinación de la edad en los osteóctios en base a estructuras de crecimiento. *Informes Técnicos del Instituto de Investigaciones Pesqueras* 143: 30 pp.

- Morales-Nin, B. 1988. Crecimiento de *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) (Pisces: Scombridae) y *Sardinops sagax* (Jenyns, 1923) (Pisces: Clupeidae) en aguas ecuatorianas. *Investigación Pesquera* 52 (4): 483-500.
- Pastor, X. y A. Delgado de Molina. 1985. Acoustic abundance estimation of mackerel, pilchard and bogue in Canary Islands waters, April 1984. *ICES C.M.* 1985/H:39: 24 pp.
- Pauly, D. y N. David. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung* 28 (4): 205- 211.
- Pauly, D. y G. Gaschütz. 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. *ICES C.M.* 1979/G:24: 26 pp.
- Royce, W. F. 1984. *Introduction to the Practice of Fishery Science*. Academic Press. San Diego (California), EE UU: 428 pp.
- Sánchez, R. P. 1982. Consideraciones sobre el crecimiento de la caballa (*Scomber japonicus marplatensis*) durante su primer año de vida. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 3 (1): 15-34.
- Wetherall, F. A., J. J. Polovina y S. Ralston. 1987. Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length frequency data. En: *Length-based Methods in Fisheries Research*. D. Pauly y G. R. Morgan (eds.): 53-74. ICLARM. Manila.

Recibido en mayo de 1996. Aceptado en diciembre de 1996.