

Edad y crecimiento del raspallón, *Diplodus annularis* (Pisces: Sparidae), en el archipiélago Canario (Atlántico centro-oriental)

Age and growth of the annular seabream, *Diplodus annularis* (Pisces: Sparidae), from the Canarian archipelago (central-east Atlantic)

J.G. Pajuelo
J.M. Lorenzo*

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

*E-mail: josemaria.lorenzo@biologia.ulpgc.es

Recibido en noviembre de 2000; aceptado en octubre de 2001

Resumen

Se determinó la edad y el crecimiento del raspallón *Diplodus annularis* de las islas Canarias. Los anillos de crecimiento anuales se observaron con claridad en los otolitos. Cada año se formaron dos anillos, uno de crecimiento rápido y otro de crecimiento lento. Los ciclos de crecimiento estacional se relacionaron con cambios fisiológicos producidos por la influencia de la temperatura del agua y el ciclo reproductor. Los ejemplares, de tallas que oscilaron desde 82 hasta 209 mm de longitud total, presentaron edades comprendidas entre 0 y 6 años. Después del primer año de vida, la tasa de crecimiento anual disminuyó claramente como consecuencia de los fenómenos de madurez sexual. La diferencia observada entre las tallas de machos y hembras a una misma edad no se consideró como una diferencia en la tasa de crecimiento entre sexos ya que los machos y hembras son los mismos individuos en diferentes fases de la sucesión sexual. Los parámetros de la curva de crecimiento de Von Bertalanffy fueron: $L_{\infty} = 248.5$ mm, $k = 0.259$ años⁻¹ y $t_0 = -0.871$ años. El retrocálculo demostró la validez del uso de los otolitos para estimar la edad y el crecimiento.

Palabras clave: *Diplodus annularis*, edad, crecimiento, Islas Canarias.

Abstract

Age and growth of the annular seabream *Diplodus annularis* off the Canary Islands (Central-east Atlantic) were studied. The length range of fish was between 82 and 209 mm in total length. Otoliths showed clear growth rings. Two rings, one opaque and one translucent, were laid down each year on the otoliths. Seasonal growth cycles were related to physiological changes produced by the influence of temperature and reproductive cycle. The opaque ring was deposited during the summer months and the translucent one during the winter months. Individuals aged 0 to 6 years were found. After the first year, the annual growth rate dropped rapidly as a consequence of the sexual maturity. The difference in size between males and females was not considered as evidence of an intersexual difference in growth rates since they are the same specimens at different stages of sexual succession. The parameters of the von Bertalanffy growth equation for all individuals were: $L_{\infty} = 248.5$ mm, $k = 0.259$ year⁻¹, and $t_0 = -0.871$ year. The backcalculation method demonstrated the validity of using otoliths for estimating age and growth.

Keywords: *Diplodus annularis*, age, growth, Canary Islands.

Introducción

En el archipiélago Canario (Atlántico centro oriental), la familia Sparidae está representada por 10 géneros, uno de los cuales es el género *Diplodus* Rafinesque, 1810. De la totalidad de especies adscritas a este género, sólo cinco están presentes en aguas del archipiélago Canario, una de las cuales es el raspallón *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758). El raspallón es un pez demersal que se encuentra en grupos sobre diferentes tipos

Introduction

In the Canarian archipelago (Central-east Atlantic), the family Sparidae is represented by 10 genera, one of which is the genus *Diplodus* Rafinesque, 1810. Only five species of this genus are found in this area, one of which is the annular seabream *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758). The annular seabream is a demersal marine fish species inhabiting in groups over various types of sea bottoms, especially sand and

de fondos, principalmente sobre fondos arenosos y praderas de algas, en aguas cuya profundidad no excede de los 50 m. Se localiza a lo largo de las costas europeas del Océano Atlántico, desde el Golfo de Vizcaya hasta Gibraltar, y en los archipiélagos de Madeira y Canarias. También se encuentra en el Mediterráneo, en el Mar Negro y en el Mar de Azov (Bauchot y Hureau, 1990; Harmelin-Vivien *et al.*, 1995).

La información publicada sobre la biología del raspallón es escasa y no existe información sobre él en el Océano Atlántico. Los pocos estudios que se conocen sobre esta especie han sido desarrollados en aguas del Mediterráneo, y describen su distribución, alevinaje, mortalidad, características morfológicas, sexualidad, reproducción y alimentación (D'Ancona, 1945, 1949; Salekhova, 1961, 1970; Lissia-Frau, 1968; Quero y Gueguen, 1978; Dremière, 1983; Rodríguez y Rodríguez, 1984; Rosecchi, 1985; Wassef, 1985; Kraljevic y Jug-Dujakovic, 1988; Porcile *et al.*, 1989; García-Rubies y Macpherson, 1995; Macpherson *et al.*, 1997). Los únicos trabajos que existen sobre la edad y el crecimiento de esta especie han sido desarrollados en el Mediterráneo (Girardin, 1978; Gordo y Molí, 1997). En el presente trabajo se aborda el estudio de la edad y el crecimiento del raspallón de las Islas Canarias con el objeto de estimar su crecimiento, el cual es fundamental como dato de entrada en los modelos de dinámica de gestión pesquera y para ahondar en el conocimiento del ciclo biológico de la especie.

En el presente estudio las estimaciones de la edad realizadas por lectura directa de otolitos, son contrastadas mediante el uso del método de retrocálculo.

Materiales y métodos

Entre enero y diciembre de 1998 fueron seleccionados, mediante muestreos aleatorios estratificados por rangos de tallas, 419 ejemplares de raspallón procedentes de pescas comerciales efectuadas por la flota artesanal canaria. Los ejemplares fueron capturados con nasas situadas sobre el fondo a profundidades comprendidas entre 1 y 50 m. La nasa es el único sistema de pesca que incide sobre esta especie.

El análisis de las muestras se realizó inmediatamente después de efectuarse la descarga. En cada pez se midió la longitud total (mm) y el peso total (0.1 g), se determinó el sexo mediante el análisis macroscópico de las gónadas (macho, hembra o intersexual) y se extrajeron los otolitos sagitta.

La edad fue determinada por interpretación de los anillos de crecimiento visibles en los otolitos. Los otolitos fueron examinados, inmersos en glicerina, utilizando una lupa binocular (18×) con luz reflejada sobre fondo negro. La edad de cada pez fue estimada por recuento de los anillos de crecimiento anuales. Cada otolito fue leído dos veces y sólo las lecturas coincidentes fueron aceptadas como válidas. Para comparar la precisión en las determinaciones de edad se estimó el porcentaje medio de error (Beamish y Fournier, 1981). Se siguió la evolución media mensual del incremento marginal de los

seagrass beds, at depths ranging from 0 to 50 m. This species is distributed along the European coasts of the Atlantic Ocean, from the Bay of Biscay to Gibraltar, and around the Madeira and the Canary Islands. It is also present in the Mediterranean, Black and Azov seas (Bauchot and Hureau, 1990; Harmelin-Vivien *et al.*, 1995).

Published information on the biology of the annular seabream is scarce anywhere in the world and no data are known in the Atlantic Ocean. The few studies that exist on this species have been developed in the Mediterranean, and describe its distribution, settlement period, mortality, morphological characteristics, sexuality and reproduction, and feeding (D'Ancona, 1945, 1949; Salekhova, 1961, 1970; Lissia-Frau, 1968; Quero and Gueguen, 1978; Dremière, 1983; Rodríguez and Rodríguez, 1984; Rosecchi, 1985; Wassef, 1985; Kraljevic and Jug-Dujakovic, 1988; Porcile *et al.*, 1989; García-Rubies and Macpherson, 1995; Macpherson *et al.*, 1997). Only data on age and growth of this species has been reported for the Mediterranean (Girardin, 1978; Gordo and Molí, 1997). The age and growth of the annular seabream from the Canary Islands was investigated in this study to obtain growth estimates, which are important input parameters to stock assessment techniques and will provide an insight into the life-history of this species.

Age determination is rarely validated for fishes in general, however in this study the backcalculation method is used to corroborate the age estimation from otoliths readings.

Materials and methods

Between January and December 1998, a total of 419 specimens of annular seabream were collected by stratified random sampling from the commercial catches of the Canarian artisanal fleet. Fish were caught with traps set on the bottom at depths of 1–50 m. Traps are the only fishing system that exploits this species.

The analyses of the samples was completed immediately after landing. For each fish, the total length was measured (mm), the total body weight was recorded (0.1 g), the sex was determined macroscopically (male, female or intersexual), and the sagittal otoliths were removed.

The age was determined by interpreting growth rings on the otoliths. Whole otoliths were placed in a watch glass with a blackened bottom and containing glycerin and examined under a compound microscope (18×) with reflected light. The age of each fish was determined by counting the annual rings. Each otolith was read twice and only coincident readings were accepted. An index of average percent error was used to compare the precision of the age determinations (Beamish and Fournier, 1981). The evolution of the mean monthly marginal increments was analysed to determine the periodicity and timing of ring formation (Hyndes and Potter, 1997; Hyndes *et al.*, 1998). The distance between the inner edge of the outermost annual ring and the periphery of each otolith was measured

otolitos para determinar la periodicidad y estacionalidad en la formación de los anillos de crecimiento (Hyndes and Potter, 1997; Hyndes *et al.*, 1998). Para ello, se midió con un micrómetro la distancia entre el borde interno de la banda hialina que corresponde con el último anillo anual y el borde de cada otolito (0.01 mm). Las medidas se realizaron siempre a lo largo del eje mayor del otolito. Una vez que se comprobó la periodicidad en la formación de los anillos, cada pez se asignó a una clase de edad teniendo en cuenta la fecha de captura, los periodos de formación de las bandas y considerando el 1 de abril como fecha de nacimiento (pico de puesta). La diferencia entre la fecha de captura y la fecha de nacimiento permitió estimar la fracción anual transcurrida desde la última fecha de nacimiento, fracción que fue añadida al número de zonas hialinas leídas en los otolitos (Gordoa y Molí, 1997). La inclusión de estas fracciones permite evitar errores potenciales en la estimación del crecimiento debidas a diferencias en la fecha de muestreo (Gordoa *et al.*, 2000). Con los datos obtenidos para cada clase anual, se elaboró la clave talla-edad para todos los individuos analizados durante el periodo de estudio. A partir de los datos presentados en esa tabla de doble entrada, se calculó la ecuación de crecimiento en longitud de Von Bertalanffy. Los parámetros de esta ecuación fueron estimados mediante un análisis de regresión no lineal iterativo, utilizando el algoritmo de Marquardt (Saila *et al.*, 1988).

El método de retrocálculo se empleó como método independiente para contrastar la estimación de la edad, realizada por lectura directa de otolitos (Morales-Nin, 1989). El análisis de retrocálculo se realizó siguiendo las pautas descritas por Francis (1990). Se midieron las distancias entre el centro del otolito y el borde externo de cada anillo anual (radio de la banda i , R_i) y entre el centro del otolito y el borde de la pieza (radio del otolito en el momento de la captura, R_0) con ayuda de un ocular micrométrico (0.01 mm). Las medidas siempre se realizaron a lo largo del eje mayor de los otolitos. La talla del ejemplar en el momento de la formación de la banda i (L_i) se estimó utilizando la ecuación:

$$L_i = (R_i/R_0)^b TL,$$

donde b es una constante obtenida de la ecuación potencial:

$$TL = cR_0^b,$$

que describe la relación entre el radio del otolito y la talla del pez, siendo c una constante (Francis, 1990). La curva de crecimiento en longitud de Von Bertalanffy se ajustó a los datos de talla retrocalculada mediante un análisis de regresión no lineal iterativo, utilizando el algoritmo de Marquardt (Saila *et al.*, 1988).

Resultados

De los 419 ejemplares analizados, 194 (46.3%) fueron machos, 155 (37.0%) hembras y 14 (3.3%) intersexuales. Los 56 (13.4%) individuos restantes no pudieron ser identificados

(0.01 mm) using an eyepiece. Measurements were always made along the longest axis of the otolith. Once the annual periodicity of the rings was confirmed, each fish was assigned to an age class beginning with the date of capture, the period of the ring formation and considering April 1st as the start of age class 0 (peak of spawning). The difference between the date of capture and birthdate helped the reader to estimate the annual fraction elapsed since the last birthdate, and the annual fraction was added to the number of complete hyaline zones read in the otoliths (Gordoa and Molí, 1997). The advantage of including the annual fraction elapsed since the last birthdate is that this avoids any potential bias in growth estimates due to the differences in sampling date (Gordoa *et al.*, 2000). The von Bertalanffy growth curve was fitted to data of the resulting age-length key by means of the Marquardt's algorithm for nonlinear least squares parameter estimation (Saila *et al.*, 1988).

The backcalculation method was employed as an independent means for corroborating the otolith-based age determinations (Morales-Nin, 1989). Backcalculation analysis was undertaken using a method described by Francis (1990). The distances between the middle of the otolith and the outer edge of the annual rings (radius of the i -th bands, R_i) and the distance between the middle of the otolith and the periphery (radius of the otolith at capture, R_0) were measured (0.01 mm) using an eyepiece. Measurements were always made along the longest axis of the otolith. The length of a specimen when the i -th band was laid down (L_i) was calculated using the equation:

$$L_i = (R_i/R_0)^b TL,$$

where b is a constant derived from the power equation:

$$TL = cR_0^b,$$

which describes the relationship between the radius of the otolith and the total length of the fish, with c being a constant (Francis, 1990). The von Bertalanffy growth curve was fitted to the backcalculated length at age by means of the Marquardt's algorithm for nonlinear least squares parameter estimation (Saila *et al.*, 1988).

Results

From the 419 fish examined, 194 (46.3%) were male, 155 (37.0%) female, and 14 (3.3%) intersexual. The remaining 56 (13.4%) individuals could not be identified macroscopically because they were immature and had very thin, translucent gonads.

Fish ranged in size from 82 to 209 mm total length and weighed between 8.7 and 137.1 g. Total length of males ranged from 89 to 206 mm and total weight from 9.3 to 114.7 g. Females total length ranged between 94 and 209 mm and total mass between 13.2 and 137.1 g. Intersexual individuals were found at total lengths of 122 to 143 mm and total masses of 33.9 to 51.7 g. Immature fish ranged from 82 to 119 mm in total length and from 8.7 to 29.6 g in total weight.

macroscópicamente por ser inmaduros y presentar gónadas muy delgadas y transparentes.

Las tallas de los individuos examinados oscilaron entre 82 y 209 mm de longitud total y los pesos entre 8.7 y 137.1 g. El rango de tallas de los machos varió entre 89 y 206 mm y el peso entre 9.3 y 114.7 g. Las hembras presentaron tallas comprendidas entre 94 y 209 mm y pesos entre 13.2 y 137.1 g. Los ejemplares intersexuales fueron observados en un rango de tallas de 122 a 143 mm y en un rango de pesos de 33.9 a 51.7 g. Los ejemplares inmaduros oscilaron en tallas desde 82 hasta 119 mm y en peso desde 8.7 hasta 29.6 g.

Los anillos de crecimiento anuales se observaron con claridad en los otolitos y fueron fácilmente interpretables. De los 419 otolitos examinados, 31 (7.4%) fueron rechazados como ilegibles. De ellos, 3 eran completamente translúcidos, 11 estaban rotos y 17 presentaban anillos de crecimiento mal definidos. De los 388 otolitos restantes, en 371 (95.6%) las lecturas fueron coincidentes y, en consecuencia, se utilizaron para el estudio de la edad y el crecimiento. El porcentaje medio de error en las determinaciones fue de 2.9%. Los anillos de crecimiento anuales fueron iguales tanto en la parte anterior como en la lateral de cada otolito, tanto en el derecho como en el izquierdo de cada individuo.

El valor medio mensual del incremento marginal de los otolitos con un único anillo anual osciló entre 0.43 y 0.56 mm en los meses comprendidos entre julio y septiembre (fig. 1). Dicho valor disminuyó seguidamente alcanzando un mínimo de 0.08 mm en diciembre, para posteriormente aumentar hasta 0.29 en mayo. El incremento medio mensual del borde de los otolitos con dos, tres y más de tres anillos anuales exhibió el mismo patrón anual. Por tanto, independientemente del número anual de anillos en los otolitos, los incrementos marginales disminuyeron notablemente y después crecieron progresivamente por una sola vez durante un periodo de 12 meses. En base a esto, se supuso que cada año se formaban en los otolitos una zona translúcida y una opaca, adyacente.

Los ejemplares examinados presentaron edades comprendidas entre 0 y 6 años (tabla 1). Durante el primer año de vida, el raspallón alcanzó aproximadamente el 50% de su talla máxima observada. Al final del tercer y quinto años, los ejemplares alcanzaron alrededor del 75% y 95% de su talla máxima, respectivamente. Los parámetros que definen la ecuación de crecimiento en longitud de Von Bertalanffy para machos, hembras y todos los individuos se presentan en la tabla 2. La curva de crecimiento para la totalidad de individuos se muestra en la figura 2. Se observaron diferencias significativas entre los parámetros de crecimiento de machos y hembras (Test T^2 de Hotelling, $T^2 = 11.04 > T_{0.05,3,314}^2 = 7.93$). La talla media de los machos fue ligeramente inferior a la talla media de las hembras a la misma edad.

La longitud total de los ejemplares y el radio de los otolitos están muy correlacionados (fig. 3). La proporcionalidad entre el crecimiento de los peces y el incremento en talla del otolito permitió utilizar el método del retrocálculo para determinar el crecimiento. En la tabla 3 se presentan las longitudes

A concentric pattern of translucent and opaque zones was distinguishable in the otoliths, being easily interpreted. From the 419 otoliths examined, 31 (7.4%) were rejected as unreadable: 3 were completely translucent, 11 broken, and 17 had poorly defined growth zones. Of the remaining 388 otoliths, 371 (95.6%) of the two readings coincided while for 17 (4.4%) readings conflicted and were excluded from analysis. The index of average percent error was 2.9%. Annual marks were equal in both the anterior and lateral otolith fields and equal in both left and right otoliths.

The mean monthly marginal increments in the whole otoliths with one annual ring ranged from 0.43 to 0.56 mm between July and September (fig. 1). They subsequently declined to a minimum of 0.08 mm in December, before gradually increasing again to 0.29 by May. The marginal increments in otoliths with two, three, and more than three annual rings also declined markedly between October and May and followed a similar annual trend. Thus, irrespective of the number of annual rings in the otoliths, the marginal increments declined markedly and then rose progressively only once during a 12-months period. Based on this, it was assumed that one translucent and adjacent opaque zone were deposited on the otoliths each year.

Fish aged 0 to 6 year old were recorded (table 1). During the first year of life, fish attained over 50% of their maximum observed length. By the end of the third and the fifth years, specimens attained approximately 75% and 95% of their maximum length, respectively. Von Bertalanffy growth parameters for males, females, and all individuals are given in table 2. The growth curve for all individuals is presented in figure 2. Significant differences in the growth parameters were found between males and females (Hotelling's T^2 -test, $T^2 = 11.04 > T_{0.05,3,314}^2 = 7.93$). The mean length of males was slightly smaller than the average length of females at the same age.

Fish total length and otolith radius were closely correlated (fig. 3). The proportionality between fish growth and otolith size increase allowed using the backcalculation for determining the growth. Backcalculated total lengths at the end of each year of life by age group for the whole sample are given in table 3. There was no indication of Rosa Lee's phenomenon in which lengths computed at a given age tend to be smaller when derived from measurements on older fish (Francis, 1990). The observed lengths were slightly higher than backcalculated lengths for individual age groups. Von Bertalanffy growth parameters estimated from the mean backcalculated lengths at age for males, females, and the whole sample are presented in table 2. Significant differences in the growth parameters were found between males and females (Hotelling's T^2 -test, $T^2 = 68.43 > T_{0.05,3,8}^2 = 10.50$).

No significant differences between the growth parameters from observed vs backcalculated method were found in males (Hotelling's T^2 -test, $T^2 = 3.94 > T_{0.05,3,178}^2 = 8.01$), females ($T^2 = 6.47 > T_{0.05,3,144}^2 = 8.01$), and all fish ($T^2 = 5.72 > T_{0.05,3,373}^2 = 7.90$).

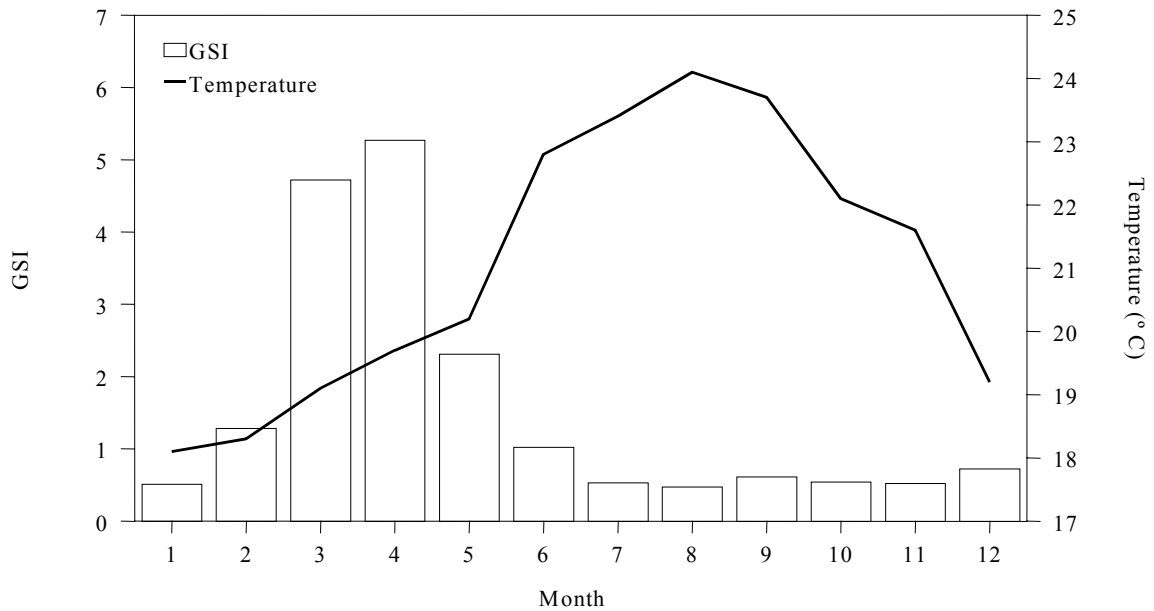


Figura 1. Evolución media mensual y desviación estándar del incremento del margen de los otolitos de raspallón *D. annularis* de las Islas Canarias.
Figure 1. Mean monthly evolution and standard deviation of the marginal increment in the otoliths of annular seabream *D. annularis* off the Canary Islands.

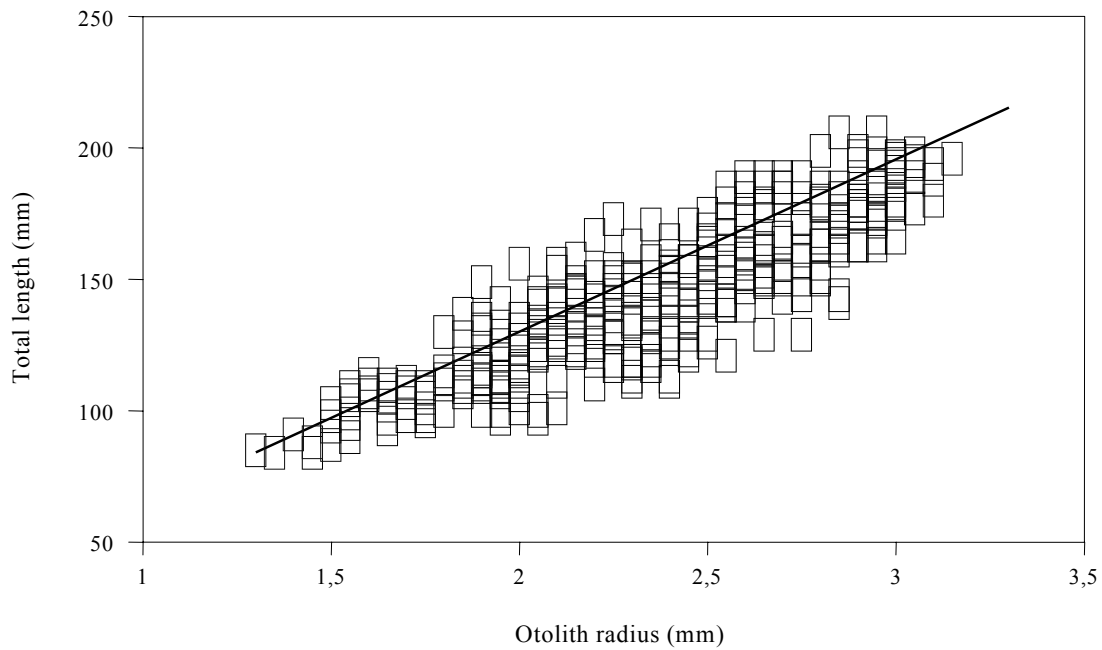


Figura 2. Curva de crecimiento para la totalidad de individuos de raspallón *D. annularis* de las Islas Canarias.
Figure 2. Growth curve for all individuals of annular seabream *D. annularis* off the Canary Islands.

Tabla 1. Clave talla-edad para todos los ejemplares de raspallón *D. annularis* de las Islas Canarias.
Table 1. Age-length key for all fish of annular seabream *D. annularis* off the Canary Islands.

Talla (mm)	Clase de edad (años)						
	0	I	II	III	IV	V	VI
80	6						
90	19	8					
100	14	20					
110	13	27	4				
120	8	12	36				
130	1	9	37				
140		5	23	12			
150		1	11	16			
160			4	20			
170			2	14	7	1	
180				4	9		
190					6	5	
200					1	7	3
210						2	4
n	61	82	117	66	23	15	7
x	93	110	134	159	181	199	205
sd	13	14	14	12	9	11	5

Tabla 2. Parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para machos, hembras y todos los ejemplares de raspallón *D. annularis* de las Islas Canarias estimados mediante lectura de otolitos y retrocálculo.

Table 2. Parameters of the von Bertalanffy growth equation for males, females and all fish of annular seabream *D. annularis* off the Canary Islands estimated by reading otoliths and by backcalculation.

	L_{∞} (mm)	k (year ⁻¹)	t_0 (year)	n	r^2
Lectura de otolitos					
Machos	245.7	0.263	-0.891	173	0.977
Hembras	249.6	0.248	-0.887	139	0.963
Global	248.5	0.259	-0.871	371	0.984
Retrocálculo					
Machos	246.3	0.242	-1.387	173	0.983
Hembras	251.2	0.239	-1.146	139	0.987
Global	250.5	0.241	-1.243	371	0.979

retrocalculadas al final de cada año de vida por clase de edad para la totalidad de los ejemplares. No se observó el fenómeno de Rosa Lee, según el cual la longitud calculada a una edad dada tiende a ser más pequeña que la estimada a partir de los ejemplares más viejos (Francis, 1990). Las tallas observadas fueron ligeramente superiores a las tallas retrocalculadas para cada clase de edad. Los parámetros de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy estimados mediante retrocálculo para los machos, hembras y todos los ejemplares se presentan en la tabla 2. Se observaron diferencias significativas entre los parámetros de crecimiento de machos y hembras (Test T^2 de Hotelling, $T^2 = 68.43 > T_{0.05,3,8}^2 = 10.50$)

No se observaron diferencias significativas entre los parámetros de crecimiento obtenidos por lectura directa y los retrocalculados para los machos (Test T^2 de Hotelling, $T^2 = 3.94 > T_{0.05,3,178}^2 = 8.01$), las hembras ($T^2 = 6.47 > T_{0.05,3,144}^2 = 8.01$) y todos los individuos ($T^2 = 5.72 > T_{0.05,3,373}^2 = 7.90$).

Discusión

La estimación de la edad en los espáridos resulta, en muchas ocasiones, complicada como consecuencia de la mayor estrechez de las bandas de crecimiento a medida que se aproximan al borde del otolito, en especial en los ejemplares más viejos (Buxton y Clarke, 1991; van der Walt y Beckley, 1997). En muchas ocasiones, como consecuencia del grosor que presentan los otolitos de los espáridos, es necesario realizar secciones de los mismos para su visualización. En el caso del raspallón de las Islas Canarias la transparencia de los otolitos permite la lectura de esas estructuras sin necesidad de seccionarlos. Además, como la edad de los individuos más viejos observados fue sólo de 6 años, no se encontraron dificultades para contabilizar la totalidad de anillos de crecimiento anuales presentes en ellos.

Los otolitos del raspallón de las Islas Canarias muestran el patrón de anillos de crecimiento común en los peces teleósteos. Cada año se forman un anillo opaco y otro traslúcido, lo que permite la determinación del crecimiento con relativa facilidad. Estos anillos se depositan en periodos alternativos de crecimiento rápido y lento (Williams y Bedford, 1974). Estos ciclos de crecimiento estacional pueden relacionarse con cambios fisiológicos influenciados por la temperatura, el régimen alimentario y el ciclo reproductor (Morales-Nin y Ralston, 1990). La formación de los anillos traslúcidos y opacos en los otolitos del raspallón de las Islas Canarias ocurre en los meses de invierno y verano, respectivamente. El anillo opaco se forma cuando la temperatura del agua alcanza los valores más altos (24°C) y la disponibilidad de alimento es mayor (Hernández-León, 1988), mientras el traslúcido se forma cuando la temperatura del agua presenta los valores más bajos (18°C) y la puesta ocurre en la especie (fig. 4). Morales-Nin y Ralston (1990) señalan que una diferencia estacional de 6°C es suficiente para causar la formación de los anillos de crecimiento.

Discussion

Age estimation in sparids is difficult as a result of the phenomenon of stacking of growth zones towards the otolith margin, particularly in older fish (Buxton and Clarke, 1991; van der Walt and Beckley, 1997). In many of these cases, because of the large robust nature of the otoliths, sectioning of these structures has been necessary. The translucency of the otoliths of the annular seabream from the Canarian archipelago allows reading of these structures without the need of sectioning. The oldest age estimate obtained in this study was 6 years and the phenomenon of stacking was not evident.

Otoliths of the annular seabream of the Canarian archipelago show the ring pattern common to teleost fishes. One opaque and one translucent ring are laid down each year on the otoliths, allowing age determination with relative ease. These rings are deposited owing to alternating periods of rapid and slow growth (Williams and Bedford, 1974). Seasonal growth cycles might be related to physiological changes produced by the influence of temperature, feeding regime and reproductive cycle (Morales-Nin and Ralston, 1990). Formation of opaque and translucent rings in the otoliths of annular seabream off the Canary Islands occurs mainly during summer and winter months, respectively. The opaque rings are formed when the sea temperature reaches its highest values (24°C) and the food is more abundant (Hernández-León, 1988), and the translucent ones when the temperature reaches the lowest values (18°C) and breeding occurs in the species (fig. 4). The evidence presently available suggests that a seasonal temperature difference of 6°C might be sufficient to cause ring formation (Morales-Nin and Ralston, 1990). During the reproductive period, the metabolic energy seems to be diverted from growth, causing the formation of thin increments which are in turn reflected in translucent seasonal growth rings. Similar findings have been recorded in other studies carried out in the Canarian archipelago on other sparid species, such as *Dentex gibbosus* (Pajuelo and Lorenzo, 1995), *Pagellus acarne* (Pajuelo and Lorenzo, 2000), *Pagellus erythrinus* (Pajuelo and Lorenzo, 1998), *Pagrus pagrus* (Pajuelo and Lorenzo, 1996), and *Spondyliosoma cantharus* (Pajuelo and Lorenzo, 1999).

The results obtained using the backcalculation method are very satisfactory and demonstrated the validity of using otoliths for estimating the age and growth of the annular seabream off the Canary Islands. Since the rings formation is regular and, therefore, the otoliths can be used for age determination and because the fish length and otolith size are closely correlated, it is judged valid the use of measurements of previously formed marks to backcalculate the growth history (Bagenal and Tesch, 1978; Bartlett *et al.*, 1984; Campana, 1990; Francis, 1990).

In the Canarian archipelago, the annular seabream grows relatively fast during the first year of life, attaining approximately 50% of its maximum length. After the first year, the annual growth rate drops rapidly, due to sexual maturity, since in the study area individuals are mature by the first year of life

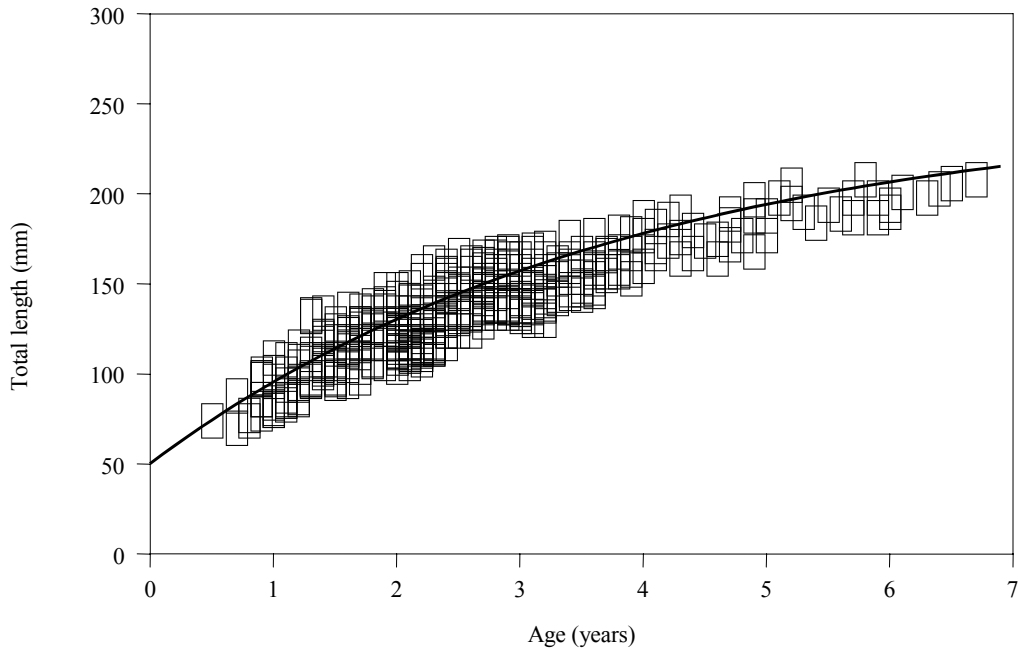


Figura 3. Relación entre el radio del otolito y la longitud total del pez para el raspallón *D. annularis* de las Islas Canarias.
Figure 3. Relationship between the otolith radius and the total length of the fish for annular seabream *D. annularis* off the Canary Islands.

Tabla 3. Longitudes totales retrocalculadas por grupo de edad para todos los individuos de raspallón *D. annularis* de las Islas Canarias.

Table 3. Backcalculated total lengths by age group for all fish of annular seabream *D. annularis* off the Canary Islands.

Edad	n	Clase de edad (años)					
		I	II	III	IV	V	VI
1	82	102					
2	117	99	130				
3	66	103	129	150			
4	23	99	127	152	174		
5	15	101	129	150	175	192	
6	7	100	127	153	173	190	199
Media (mm)		101	128	152	175	192	199
Incremento de crecimiento anual (mm)		101	27	24	23	17	7
Incremento de crecimiento anual (%)		50.8	13.6	12.1	11.5	8.5	3.5

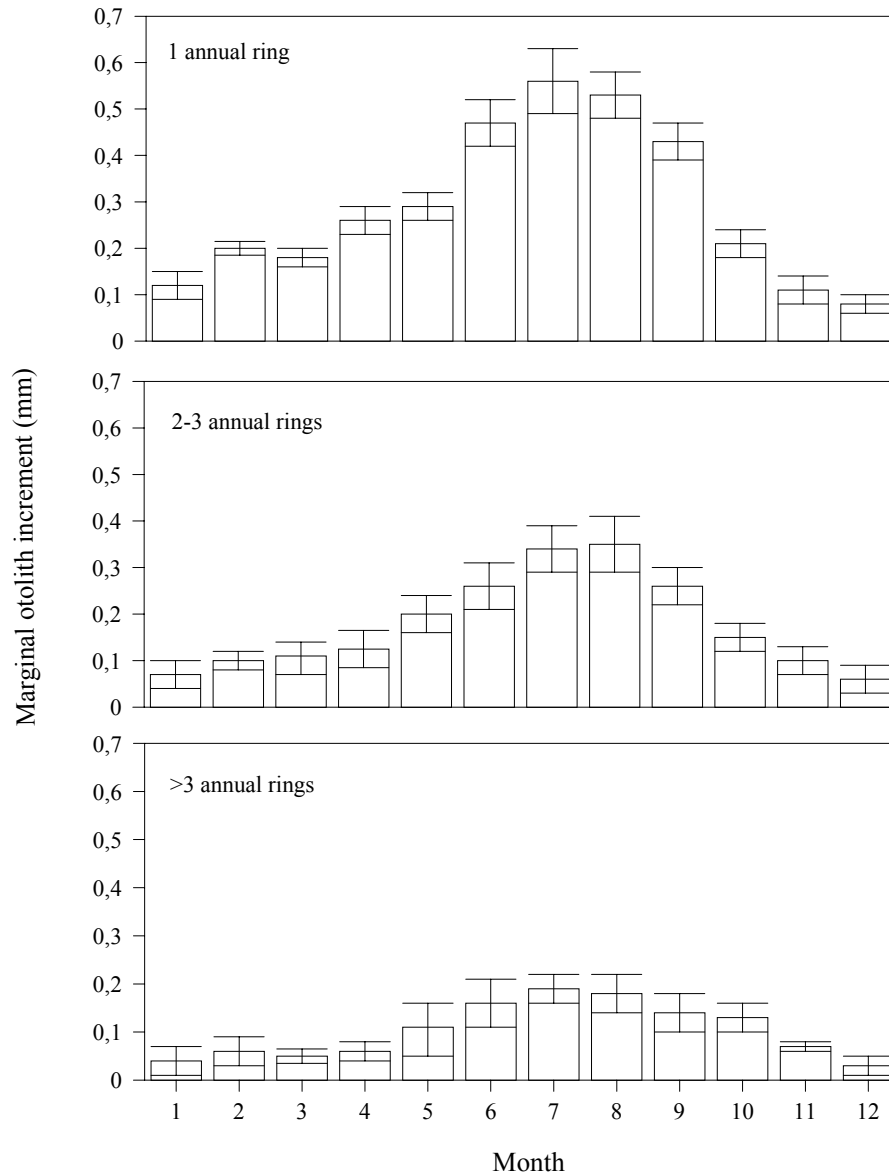


Figura 4. Evolución media mensual del índice gonadosomático (IGS) como indicador de la puesta del raspallón *D. annularis* de las Islas Canarias, y evolución media mensual de la temperatura del mar.

Figure 4. Mean monthly evolution of the gonadosomatic index (IGS) as a indicator of the spawning for annular seabream *D. annularis* off the Canary Islands, and mean monthly evolution of the temperature of the sea.

Además, durante el periodo reproductor parte de la energía metabólica disponible para el crecimiento ha de ser desviada para generar el desarrollo de las gónadas, causando la formación de finos incrementos que se traducen en una banda hialina de crecimiento estacional. Observaciones similares han sido descritas en estudios desarrollados en otros espáridos del archipiélago Canario tales como *Dentex gibbosus* (Pajuelo y Lorenzo, 1995), *Pagellus acarne* (Pajuelo y Lorenzo, 2000), *Pagellus erythrinus* (Pajuelo y Lorenzo, 1998), *Pagrus pagrus* (Pajuelo y Lorenzo, 1996) y *Spondylisoma cantharus* (Pajuelo y Lorenzo, 1999).

Los resultados obtenidos utilizando el método de retrocálculo son muy satisfactorios y demuestran la validez de la lectura de los otolitos para determinar la edad y el crecimiento del

(Pajuelo and Lorenzo, 2001). Hence, energy seems to be diverted to reproduction, with less energy available for somatic growth. The difference in growth between sexes, with females reaching a slightly bigger length than males at the same age, is a characteristic of the protandric species as the annular seabream (Pajuelo and Lorenzo, 2001). Alekseev (1983) and Shapiro (1984) pointed out that the mean size of sex reversed fish is slightly larger than same age males. Therefore, the difference in size between males and females of the same age can not be considered as evidence of an intersexual difference in growth rates because males and females are the same specimens at different stages of sexual succession and, possibly, the largest males in an age group are the first to revert (Shapiro, 1989). Related to this, van der Walt and Mann (1998) pointed

raspallón de las Islas Canarias. Como la formación de los anillos de crecimiento en los otolitos es regular y, por tanto, los otolitos pueden ser utilizados para determinar la edad y como la talla del pez y el tamaño del otolito están estrechamente correlacionados, es posible utilizar las medidas de los anillos de crecimiento presentes en los otolitos para retrocalcular el crecimiento (Bagenal y Tesch, 1978; Bartlett *et al.*, 1984; Campana, 1990; Francis, 1990).

En el archipiélago Canario, el raspallón crece relativamente rápido durante su primer año de vida, alcanzando aproximadamente el cincuenta por ciento de su talla máxima. Después del primer año, la tasa anual de crecimiento disminuye rápidamente como consecuencia de los procesos de maduración sexual. Téngase en cuenta al respecto, que la maduración, que en estos individuos se produce al año de vida (Pajuelo y Lorenzo, 2001), genera un desvío de energía hacia la reproducción, quedando menos energía disponible para el crecimiento somático. La diferencia observada en el crecimiento de machos y hembras, con las hembras alcanzando tallas ligeramente mayores que las de los machos, es una característica de las especies proterándricas como es el raspallón (Pajuelo and Lorenzo, 2001). En este sentido, Alekseev (1983) y Shapiro (1984) señalan que la talla media de los individuos que han invertido de sexo es ligeramente mayor que la de los machos de la misma edad. Por consiguiente, la diferencia de talla entre machos y hembras a una misma edad no puede considerarse como una evidencia de diferencia en la tasa de crecimiento entre sexos, ya que los machos y las hembras son los mismos individuos en diferentes estados de la sucesión sexual y, posiblemente, los machos de mayor talla en un grupo de edad son los primeros en invertirse (Shapiro, 1989). En relación con esto, van der Walt y Mann (1998) señalan que, en las especies que forman cardúmenes constituidos por individuos de tallas similares, como ésta, durante el proceso de reproducción donde la competencia macho-macho es muy fuerte, la presión selectiva provoca que el individuo de menor talla invierta su sexo a hembra.

El raspallón de las Islas Canarias presenta un ciclo de vida corto, coincidente con lo observado por Girardin (1978) y Gordo y Molí (1997) para la misma especie en aguas del Mediterráneo. Estos autores encuentran individuos de hasta 5 y 7 años de edad, respectivamente. Sin embargo, los parámetros de crecimiento obtenidos en este estudio difieren de los dados por esos mismos autores $L_{\infty} = 203$ mm y $k = 0.544$ años⁻¹ (Gordo y Molí, 1997) y $L_{\infty} = 171$ mm y $k = 0.56$ años⁻¹ (Girardin, 1978). Las causas pueden estar condicionadas por las diferencias en las condiciones en el medio, por las metodologías empleadas, por los rangos de tallas muestreadas (inferiores en aguas del Mediterráneo) y por propias diferencias que manifiesta una misma especie en diferentes áreas.

Referencias

Alekseev, F.E. (1983). Hermaphroditism in porgies (Perciformes, Sparidae). 2. Sexual structured of the populations, mechanism of

out that during the spawning aggregation of similar sized individuals where male-male competition is strong, selective pressure may be placed on smaller males to change sex to female.

The short life cycle (6 years) exhibited by the annular seabream in the Canary Islands concurs with the results of Girardin (1978) and Gordo and Molí (1997), who proposed a 5 and 7 years age structure, respectively, as typical of the population of this species in the Mediterranean Sea. However, the parameters obtained in the present work differ from those obtained by Gordo and Molí (1997) $L_{\infty} = 203$ mm y $k = 0.544$ yr⁻¹, and from Girardin (1978) $L_{\infty} = 171$ mm and $k = 0.56$ yr⁻¹. This can be attributed to the oceanographic conditions, the methodology employed, the different size range of the fish sampled (smaller in Mediterranean waters) and the own differences in the growth rate between populations of the same species.

English translation by the authors.

-
- its formation and evolution in scups, *Pagrus pagrus*, *P. orphus*, *P. ehrenbergi* and *P. auriga*. J. Ichthyol., 23: 61–73.
- Bagenal, T.B. and Tesch, F.W. (1978). Age and growth. In: T.B. Bagenal (ed.), Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 101–136.
- Bartlett, J.R., Randerson, P.F., Williams, R. and Ellis, D.M. (1984). The use of analysis of covariance in the back-calculation of growth in fish. J. Fish Biol., 24: 201–213.
- Bauchot, M.L. and Hureau, J.-C. (1990). Sparidae. In: J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and S. Saldanha (eds.), Check List of the Fishes of the Eastern Tropical Atlantic, Clafeta II. UNESCO, Paris, pp. 790–812.
- Beamish, R.J. and Fournier, D.A. (1981). A method for comparing the precision of a set of age determination. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38: 982–983.
- Buxton, C.D. and Clarke, J.R. (1991). The biology of the white musselcracker *Sparadon durbanensis* (Pisces: Sparidae) on the eastern Cape coast, South Africa. S. Afr. J. Zool., 10: 285–296.
- Campana, S.E. (1990). How reliable are growth back-calculations based on otoliths?. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 47: 2219–2227.
- D'Ancona, U. (1945). Hermaphroditism in the genus *Diplodus* (Sin. sargus; Teleostei). Boll. Soc. Ital. Biol. Sper., 22: 653–655.
- D'Ancona, U. (1949). Hermaphroditism and sex change in Teleostei. Experimentia, 5: 381–389.
- Dremière, P.Y. (1983). Paramètres biologiques et dynamiques disponibles sur les principaux stocks halieutiques du Golfe du Lion. FAO, Rapport de Pêches, 227: 115–127.
- Francis, R.I.C.C. (1990). Back-calculation of fish length: a critical review. J. Fish Biol., 36: 883–902.
- García-Rubies, A. and Macpherson, E. (1995). Substrate use and temporal pattern of recruitment in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. Mar. Biol., 124: 35–42.
- Girardin, M. (1978). Les sparides (Pisces Teleostei) du Golfe du Lion. Ecologie et Biogéographie. DEA, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 147 pp.
- Gordo, A. and Molí, B. (1997). Age and growth of the sparids *Diplodus vulgaris*, *D. sargus* and *D. annularis* in adult populations

- and the differences in their juvenile growth patterns in the north-west Mediterranean Sea. *Fish. Res.*, 33: 123–129.
- Gordoa, A., Balbina, M. and Reventós, N. (2000). Growth performance of four wrasse species on the north-western Mediterranean coast. *Fish. Res.*, 45: 43–50.
- Harmelin-Vivien, M.L., Harmelin, J.G. and Leboulleux, V. (1995). Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fish on Mediterranean rocky shores. *Hidrobiologia*, 300–301: 309–320.
- Hernández-León, S. (1988). Ciclo anual de la biomasa del mesozooplankton sobre un área de plataforma en aguas del archipiélago canario. *Inv. Pesq.*, 52(1): 3–16.
- Hyndes, G.A. and Potter, I.C. (1997). Age, growth and reproduction of *Sillago schomburgkii* in south-western Australia, nearshore waters and comparisons of life history styles of a suite of *Sillago* species. *Env. Biol. Fish.*, 49: 435–447.
- Hyndes, G.A., Platell, M.E. and Potter, I.C. (1998). Age composition, growth, reproductive biology, and recruitment of King George whiting, *Sillaginodes punctata*, in coastal waters of southwestern Australia. *Fish. Bull.*, 96: 258–270.
- Kraljevic, M. and Jug-Dujakovic, J. (1988). Preliminary ecological and biological studies of juvenile fish species of commercial interest in the national park "Kornati". *FAO, Gen. Fish. Coun. Med.*, 394: 291–299.
- Lissia-Frau, A.M. (1968). Le manifestazioni della sessualità negli Sparidi (Teleostei, Perciformes). *Studi Sassaresi*, 46: 222–243.
- Macpherson, E., Biagi, F., Francour, P., García-Rubies, A., Harmelin, J., Harmelin-Vivien, M., Jouvenel, J.Y., Planes, S., Vigliola, L. and L. Tunesi. (1997). Mortality of juvenile fishes of the genus *Diplodus* in protected and unprotected areas in the western Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 160: 135–147.
- Morales-Nin, B. (1989). Growth determination of tropical fish by means of otolith interpretation and length-frequency analysis. *Aquat. Liv. Res.*, 2(4): 241–254.
- Morales-Nin, B. and Ralston, S. (1990). Age and growth of *Lutjanus kasmira* (Forsk.) in Hawaiian waters. *J. Fish Biol.*, 36: 191–203.
- Pajuelo, J.G. and Lorenzo, J.M. (1995). Biological parameters reflecting the current state of the exploited pink dentex *Dentex gibbosus* (Pisces: Sparidae) population off the Canary Islands. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 16: 311–319.
- Pajuelo, J.G. and Lorenzo, J.M. (1996). Life history of the red porgy *Pagrus pagrus* (Teleostei: Sparidae) off the Canary Islands, central east Atlantic. *Fish. Res.*, 28: 163–177.
- Pajuelo, J.G. and Lorenzo, J.M. (1998). Population biology of the common pandora *Pagellus erythrinus* (Pisces: Sparidae) off the Canary Islands. *Fish. Res.*, 36: 75–86.
- Pajuelo, J.G. and Lorenzo, J.M. (1999). Life history of black seabream, *Spondyliosoma cantharus*, off the Canary Islands, Central-east Atlantic. *Env. Biol. Fish.*, 54: 325–336.
- Pajuelo, J.G. and Lorenzo, J.M. (2000). Reproduction, age, growth and mortality of axillary seabream, *Pagellus acarne* (Sparidae), from the Canarian archipelago. *J. Appl. Ichthyol.*, 16: 41–47.
- Pajuelo, J.G. and Lorenzo, J.M. (2001). Biology of the annular seabream, *Diplodus annularis* (Sparidae), in coastal waters of the Canary Islands. *J. Appl. Ichthyol.*, 17: 121–125.
- Porcile, P., Repetto, N. and Wurtz, M. (1989). Feeding behaviour of young Sparidae of the Ligurian Sea. *Oebalia*, 15(1): 311–314.
- Quero, J.C. and Gueguen, J. (1978). The ichthyofauna of the Bay of Biscay. 1. Distribution of *Diplodus* (Sparidae, Perciformes) and remarks on their juvenile stages. *Cybiurn*, 1978 (3): 82–94.
- Rodríguez, R.B. and Rodríguez, A. (1984). Overlap of counted characters and its use in numeric taxonomy. Application to *Diplodus bellottii* and *Diplodus annularis* (Pisces, Sparidae) from the Gulf of Cadiz. *Inv. Pesq. Barcelona*, 48(2): 319–336.
- Rosecchi, E. (1985). L'alimentation de *Diplodus annularis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris* et *Sparus aurata* (Pisces: Sparidae) dans le Golfe du Lion et les lagunes littorales. *Rev. Trav. Inst. Peches Marit. Nantes*, 49(3-4): 121–141.
- Saila, S.B., Recksiek, C.W., and Prager, H. (1988). Basic fishery science programs. A compendium of microcomputer programs and manual of operation. *Develop. Aquacul. Fish. Sci.*, 18: 1–230.
- Salekhova, L.P. (1961). Hermaphroditism of annular bream *Diplodus annularis* (L.). *Trudy Sevastopol Biological Station*, 14: 257–268.
- Salekhova, L.P. (1970). Size-sex ratio, sex differentiation and hermaphroditism in the fishes. In: *Reproduction and Ecology of the Mass-scale Fishes of the Black Sea at Early Ontogenetic Stages*. Naukova Dumka Press, Kiev, 211 p.
- Shapiro, D.Y. (1984). Sex reversal and sociodemographic process in coral reef fishes. In: G.W. Potts and R.J. Woottom (eds.), *Fish Reproduction, Strategies and Tactics*. Academic Press, London, pp. 103–117.
- Shapiro, D.Y. 1989. Sex changes as an alternative life history style. In: M.N. Bruton (ed.), *Alternative Life-history Styles of Animals*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, pp. 177–195.
- van der Walt, B.A. and Beckley, L.E. (1997). Age and growth of *Sarpa salpa* (Pisces: Sparidae) off the east coast of south Africa. *Fish. Res.*, 31: 241–248.
- van der Walt, B.A. and Mann, B.Q. (1998). Aspects of the reproductive biology of *Sarpa salpa* (Pisces: Sparidae) off the east coast of South Africa. *S. Afr. J. Zool.*, 33: 241–248.
- Wassef, E.A. (1985). Comparative biological studies of four *Diplodus* species (Pisces, Sparidae). *Cybiurn*, 9(2): 203–215.
- Williams, T. and Bedford, B.C. (1974). The use of otoliths for age determination. In: T.B. Bagelal (ed.), *The Ageing of Fish*. Unwin Brothers, Surrey, pp. 114–123.