

BIOLOGÍA DEL SALMÓN DEL ALTO
Polymixia nobilis Lowe, 1838
(OSTEICHTHYES, POLYMIXIIDAE)
EN LAS ISLAS CANARIAS (ATLÁNTICO NE)



ANTONIO MANUEL GARCÍA MEDEROS

Diploma Acreditativo de Estudios Avanzados 2009

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA ANIMAL

**DIPLOMA ACREDITATIVO DE
ESTUDIOS AVANZADOS**

BIOLOGÍA DEL SALMÓN DEL ALTO
Polymixia nobilis Lowe, 1838
(OSTEICHTHYES, POLYMIXIIDAE)
EN LAS ISLAS CANARIAS (ATLÁNTICO NE)

Memoria presentada por el licenciado en Ciencias del Mar
D. Antonio M. García Mederos para la obtención del Diploma Acreditativo de
Estudios Avanzados por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Las Palmas de Gran Canaria, a 6 de Noviembre de 2009

D. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ PÉREZ, Doctor en Ciencias Biológicas,
Coordinador de Programas de Biología Pesquera el Instituto Canario de
Ciencias Marinas,

HACE CONSTAR:

Que la presente Memoria, titulada “Biología del salmón del alto
Polymixia nobilis Lowe, 1838 (Osteichthyes, Polymixiidae) en las Islas
Canarias (Atlántico NE)”, ha sido realizada bajo su dirección junto con el Dr.
Víctor Manuel Tuset Andújar, habiendo sido revisada y aceptada por ambos
para la obtención del Diploma Acreditativo de Estudios Avanzados por la
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Telde (Las Palmas), a 6 de Noviembre de 2009.

D. JOSÉ MARIO GONZÁLEZ PAJUELO, Doctor en Biología Marina,
Profesor Contratado Doctor (Ecología) de la Universidad de Las Palmas de
Gran Canaria,

HACE CONSTAR:

Que es tutor de la presente Memoria, titulada “Biología del salmón del
alto *Polymixia nobilis* Lowe, 1838 (Osteichthyes, Polymixiidae) en las Islas
Canarias (Atlántico NE)”, para la obtención del Diploma Acreditativo de
Estudios Avanzados por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Las Palmas de Gran Canaria (Las Palmas), a 6 de Noviembre de 2009.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes, justificación y objetivo	1
1.2. Aspectos taxonómicos, biológicos y pesqueros	2
2. Material y métodos	6
2.1. Método de muestreo	6
2.2. Relaciones alométricas	8
2.3. Sexualidad y reproducción	10
2.4. Edad y crecimiento	11
2.5. Alimentación	13
3. Resultados	14
3.1. Sexualidad y reproducción	14
3.2. Distribución de frecuencias de talla	20
3.3. Edad y crecimiento	22
3.4. Régimen alimentario	27
4. Discusión	29
5. Conclusiones	33
6. Bibliografía	34

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes, justificación y objetivo

Hasta los años 80, la familia Polymixiidae fue incluida en el orden de los Beryciformes debido a la afinidad morfológica de ciertos caracteres (Rosen, 1973; Zehren, 1979; y autores precedentes). Rosen (1985) y otros autores proporcionaron evidencias morfológicas para crear otro orden, Polymixiiformes, en el cual fue incluida la familia Polymixiidae (Nelson, 2006). Dicha familia contiene un solo género, compuesto por 10 especies que se distribuyen a nivel mundial: *P. berndti* Gilbert, 1905, *P. busakhini* Kotlyar, 1992, *P. fusca* Kotthaus, 1970, *P. japonica* Günther, 1877, *P. longispina* Den, Xiong & Zhan, 1983, *P. lowei* Günther, 1859, *P. nobilis* Lowe, 1838, *P. salagomeziensis* Kotlyar, 1991, *P. sazonomi* Kotlyar, 1992, *P. yuri* Kotlyar, 1982.

La información biológica disponible sobre las especies de esta familia es muy escasa y no existen datos disponibles sobre sexualidad y reproducción, mientras que el crecimiento se ha estudiado solamente en una especie, *P. yuri* (Kotlyar, 1988).

El salmón del alto o lirio, *P. nobilis* es una especie de aguas profundas con una distribución geográfica muy amplia (pantropical), siendo la que adquiere mayor tamaño de toda su familia, por lo que es considerada de interés pesquero. En las Islas Canarias, esta especie se captura principalmente en El Hierro con artes de anzuelo, aparejos del alto (liña con o sin carrete eléctrico) (González *et al.*, 2004; González-Lorenzo *et al.*, 2008), si bien no se tiene ningún conocimiento biológico de la misma.

A la vista de los antecedentes anteriormente expuestos, este trabajo de investigación tiene como objetivo el conocimiento de los siguientes parámetros biológicos básicos:

sexualidad y reproducción, distribución de frecuencias de tallas, edad y crecimiento, y alimentación.

1.2. Aspectos taxonómicos, biológicos y pesqueros

Posición taxonómica del genero *Polymixia*

SUBPHYLUM: VERTEBRATA

SUPERCLASE: GNATHOSTOMATA

Grado Teleostomi

Clase Actinopterygii

Subclase Neopterygii

División Teleostei

Subdivisión Euteleostei

Superorden Polymixiomorpha

Orden Polymixiiformes

Familia Polymixiidae

Género *Polymixia* Lowe, 1838

***Polymixia nobilis* Lowe, 1838**

Nombres vulgares

FAO: Español: Salmón del alto.

Inglés: Beardfish.

Francés: Poisson à barbe.

Islas Canarias: Salmón del alto, lirio, salmón de hondura, barbudo.

Sinonimias

Nemobrama webbii Valenciennes, 1837

Dinemus venustus Poey, 1860

Polymixia nobilis virginica Nichols & Firth, 1936

Diagnosis

Cuerpo alto y comprimido. Cabeza escamosa, excepto el preopérculo. Ojos grandes. Hocico corto, redondeado, sobresaliendo por encima de la mandíbula superior. Maxilas anchas posteriormente. Boca grande, horizontal. Dos barbillones grandes en el mentón.



Una aleta dorsal con 4-6 espinas seguidas de 30-38 radios blandos (los primeros radios, más grandes, forman un lóbulo). Aleta anal con 4 espinas cortas, seguidas de 13-17 radios blandos (los primeros radios, más grandes, forman un lóbulo). Aletas pectorales con 15-18 radios blandos. Aletas ventrales o pelvianas sub-abdominales, formadas por 1 espina y 6 radios blandos. Aleta caudal ahorquillada, con 16 radios ramificados. De 45 a 54 escamas en la línea lateral. Radios branquióstegos, 4. El primer arco branquial contiene 11 (3+8) branquispinas. Vértebras totales, 29 a 30.

Coloración

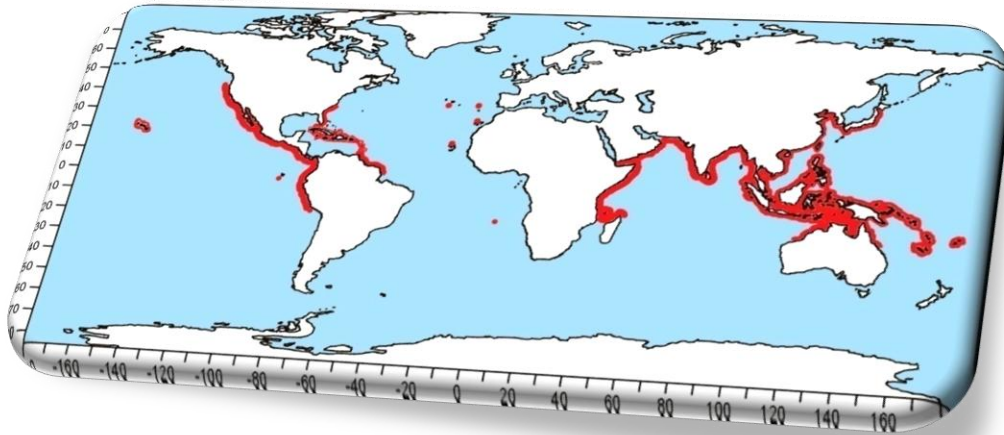
Cuerpo grisáceo a verdoso, más oscuro en la cabeza; lóbulos dorsal y anal y cola con el borde negro.

Tamaño

Talla máxima 50 cm de longitud total (alrededor de 1,7 kg) siendo los tamaños más comunes los comprendidos entre 30 y 40 cm (0,4-1,0 Kg) ((Franquet & Brito, 1995; González *et al.*, 2004).

Distribución geográfica

Distribución pantropical en mares tropicales y subtropicales de los océanos Índico y Atlántico, entre 45° N y 16° S. En el océano Índico, ha sido citada en Seychelles, Mozambique, Madagascar, Reunión, Mauricio y Durban (Sudáfrica). En el océano Atlántico Occidental, en Bahamas, Cuba, Islas Leeward, Banco de Saba, Antillas, Islas Vírgenes y en el norte de la costa de Sudamérica. En el océano Atlántico Oriental, en Azores, Madeira, Canarias, Great Meteor Bank, Islas de Cabo Verde y Santa Helena (Hureau, 1990; Cervigón *et al.*, 1992; Froese & Pauly, 2008). En el Atlántico Este, la especie se encuentra asociada a islas oceánicas y montañas submarinas, y recientemente ha sido encontrado un ejemplar en una localidad oceánica próxima al estrecho de Gibraltar (Farias *et al.*, 2007).



Hábitat

Es una especie batidemersal que vive entre los 100 y 770 m de profundidad, siendo más común en el intervalo de 360-540 m (Hureau, 1990; Cervigón *et al.*, 1992; Froese & Pauly, 2008). En Canarias, donde es frecuente (sobre todo en las islas occidentales), vive sobre sustratos fangosos y rocoso-fangosos sobre el talud insular desde 270 hasta 700 m de profundidad (Franquet & Brito, 1995; Brito *et al.*, 2002).

Alimentación

Especie con hábitos carnívoros, alimentándose de crustáceos y peces (Franquet & Brito, 1995).

Interés pesquero

En Canarias, la especie es capturada con aparejos de anzuelo, palangres de fondo y liñas, (principalmente en la isla de El Hierro) y trasmallos durante todo el año (en el este de la isla de Tenerife). Las capturas son localmente importantes, sobre todo en El Hierro donde es una especie accesoria en la pesquería de fulas de altura o alfonsiños (*Beryx splendens* Lowe, 1834 y *Beryx decadactylus* Cuvier, 1829). Presenta un nivel de explotación moderado y un interés comercial medio.

Características Nutricionales

Carne blanca grisácea, firme. Pescado magro (blanco), conteniendo 0,1% de grasas, 20,5% de proteínas y 2,1% de minerales. Aporta 83 kilocalorías, 0,22 mg de ácido oleico, 0,37 mg de ácidos grasos omega-3 y 0,012 mg de ácidos grasos omega-6 por cada 100 gramos de porción comestible.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Método de muestreo

Los individuos estudiados procedieron de pescas experimentales con trasmallos en la isla de Tenerife y de las capturas comerciales con aparejos de anzuelo en la isla de El Hierro (Fig. 1). El período de recolección de las muestras comprendió desde diciembre de 1995 hasta marzo de 2002, obteniéndose un total de 472 ejemplares (Tabla 1).

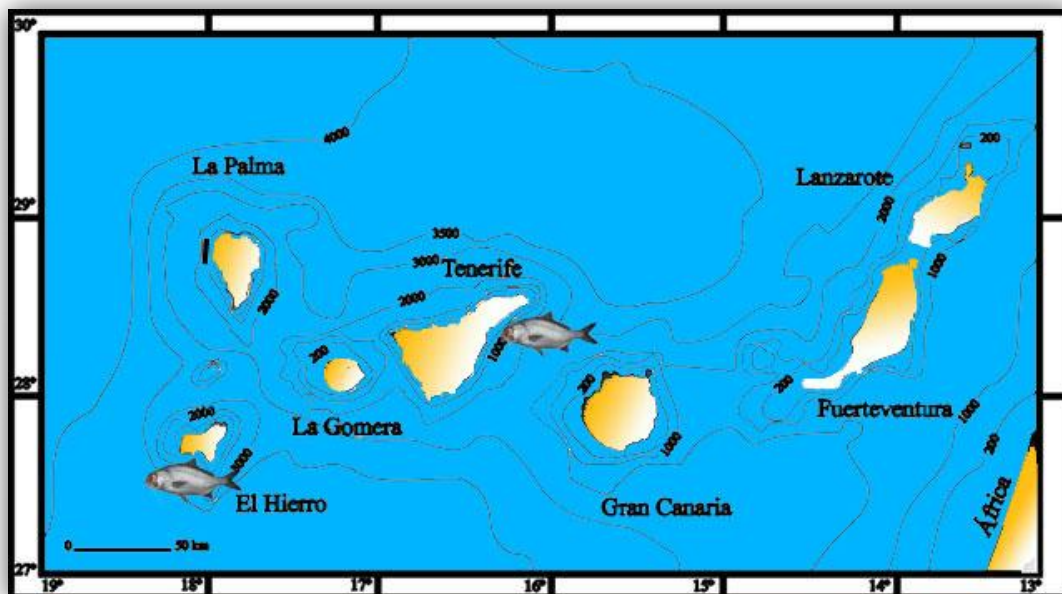


Figura 1.- Lugar de procedencia de las muestras recolectadas.

Los ejemplares fueron congelados y estudiados posteriormente en los laboratorios del Departamento de Biología Pesquera del Instituto Canario de Ciencias Marinas. Los muestreos fueron efectuados siempre por los mismos investigadores, siendo la forma de proceder similar en todos los casos.

En cada pez se midió la longitud furcal (L_f) (distancia comprendida entre el extremo anterior del rostro, con la boca cerrada, y el extremo de los radios medios de la aleta caudal) (Fig. 2). Esta medida se tomó sobre un ictiómetro, colocando el animal sobre el costado derecho siguiendo una dirección paralela al eje céfalo-caudal del cuerpo (Rojo, 1988). Esta variable se expresó en centímetros con una aproximación de 0,1.

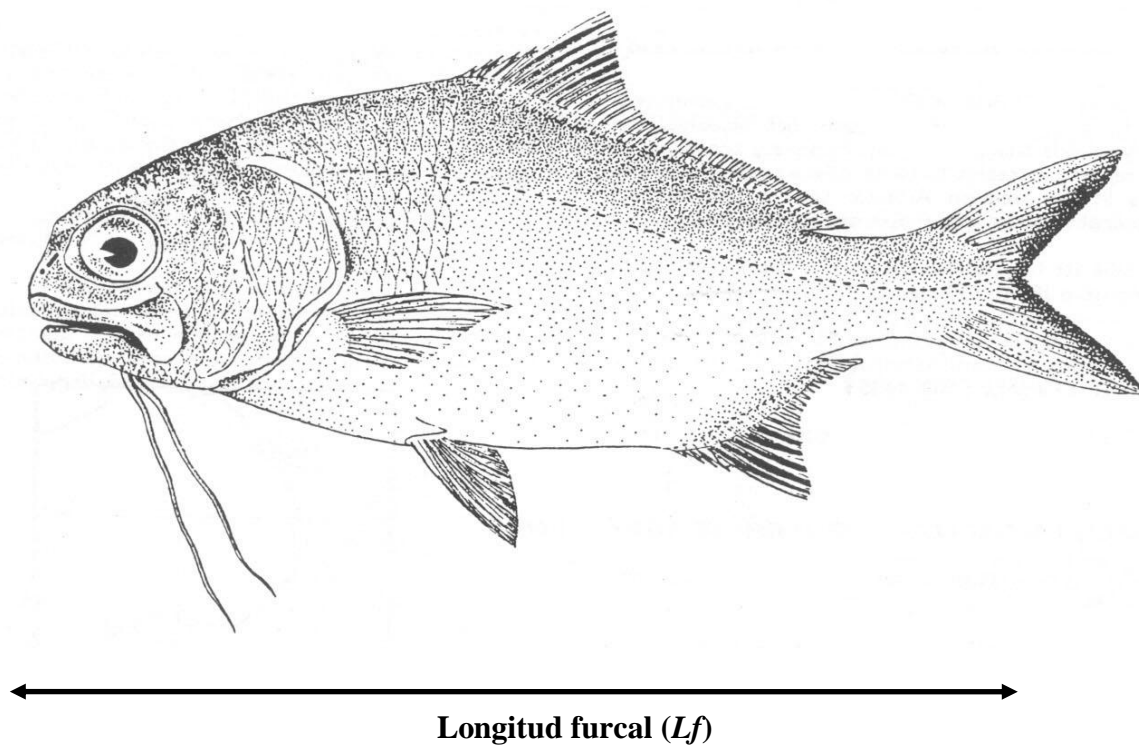


Figura 2.- Diagrama esquemático de la toma de medidas en cada ejemplar.

Seguidamente se tomó el peso total (Pt) (peso del ejemplar con vísceras), con una precisión de 0.1 gramos. A continuación se realizó un corte longitudinal a nivel ventral, desde la abertura anal hasta la región cefálica, asignándose macroscópicamente el sexo y el estado de madurez sexual (EMS) siguiendo la escala propuesta por Holden & Raitt (1975), se extrajo la gónada y se pesó (Pg). El tubo digestivo también se extrajo y se almacenó en alcohol de 70° para el estudio de la alimentación. Finalmente, se tomó, de nuevo, el peso de cada ejemplar (Pe) (peso del individuo sin vísceras). Todas las medidas se obtuvieron con una balanza electrónica (Sartorius modelo 150 9001) y se expresaron con precisión de 0,1 gramos.

Por último, a los mismos individuos se les extrajeron los otolitos. Para ello, en cada pez se realizó un corte transversal, entre el borde posterior de los ojos y el anterior al opérculo, que permitió acceder a las cámaras óticas. Tras eliminar la masa encefálica, los otolitos fueron extraídos con ayuda de pinzas finas, obteniéndose siempre el par *sagittae*. Una vez extraídos, se limpiaron de los restos orgánicos adheridos. Una vez secos y limpios, los otolitos fueron almacenados en tubos Eppendorf debidamente etiquetados para su posterior estudio.

2.2. Relaciones alométricas

Las relaciones alométricas talla-peso se calcularon mediante una función potencial (Busacker *et al.*, 1990; Sparre & Venema, 1995):

$$Y = a (Lf)^b$$

siendo Y el peso total o peso eviscerado y, a y b los coeficientes de relación entre ambas variables. Para determinar estos coeficientes se ajustó el modelo a la serie de datos

transformados en logaritmos. Para ello, se realizó un análisis de regresión lineal utilizando el método de mínimos cuadrados (Zar, 1996):

$$\log Y = \log a + b \log Lf$$

El parámetro b suele variar en torno a 1 en las relaciones talla-talla y alrededor de 3 en las talla-peso, indicando en ambas relaciones un crecimiento isométrico. Cuando el crecimiento de las variables es alométrico, b se desvía de dichos valores, siendo alométrico negativo cuando es menor y alométrico positivo cuando es mayor. Para determinar hasta qué punto la variación de b es diferente de Q ($Q=1$ para las relaciones talla-talla y $Q= 3$ para las relaciones talla-peso), tal como propone Pauly (1984), se aplicó la prueba estadística de la t de Student modificada ($P \geq 0,05$):

$$t = \frac{S_{(x)}}{S_{(y)}} \frac{b - Q}{1 - r^2} \frac{1}{n - 2}$$

donde $S(x)$ y $S(y)$ son la desviación típica del logaritmo de la variable X e Y respectivamente, r^2 es el coeficiente de determinación, n es el número de ejemplares y $n-2$ representa los grados de libertad.

Finalmente, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) para determinar el efecto del sexo en las relaciones alométricas. Un t -test se empleó para establecer si la pendiente de ambas relaciones era significativamente diferente de tres (Pauly, 1984).

2.3. Sexualidad y reproducción

Como se ha comentado anteriormente, el sexo y los estados de madurez (EMS) de los ejemplares se determinó por observación macroscópica de las gónadas. La época de puesta se estableció a partir de análisis conjunto de la evolución mensual del EMS y del índice gonado-somático (West, 1990; García-Díaz *et al.*, 1997, 2002). Dicho índice expresa la relación porcentual del peso gonadal respecto al peso eviscerado:

$$IGS= 100*(Pg/Pe)$$

Para la determinación de la talla de primera madurez (TPM_{50%}), se aplicó una función logística a la proporción de individuos maduros (EMS III, IV y V) (Pope *et al.*, 1983):

$$p= (100/(1+e^{-(a+bL_f)})$$

donde p es el porcentaje de individuos maduros en función de la clase de tallas, a y b son parámetros específicos que pueden variar durante el ciclo de vida. Una transformación logarítmica se aplicó a la ecuación para calcular los parámetros a y b de la regresión lineal. La comparación de las curvas de madurez entre ambos sexos se realizó mediante un análisis de covarianza (ANCOVA, $P < 0,05$) (Pajuelo *et al.*, 1997).

El patrón sexual se estableció a partir de la determinación del sexo. Se calculó la sex-ratio (machos:hembras) por clases de talla (2 cm). Posteriormente, se aplicó un test estadístico χ^2 para determinar si existe diferencias significativas ($P > 0.05$) a partir de la sex-ratio teórica 1:1.

2.4. Edad y crecimiento

Los otolitos se utilizaron para determinar la edad de los ejemplares. Al objeto de establecer el mejor método para asignar edades, se tomó una submuestra al azar de 20 ejemplares, y se llevó a cabo un estudio comparativo entre las edades otorgadas en otolitos enteros y secciones del mismo. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre ambos métodos de lecturas (prueba de *t*-Student pareada, $t = -0,370$, $P = 0,716$), por lo que la edad se estableció a partir de otolitos enteros. Éstos se depositaron en una placa de Petri con alcohol (70°) y se examinaron bajo una lupa con luz reflectante. Dos lectores independientes contaron los anillos opacos en cada otolito, aceptándose sólo las lecturas coincidentes. El coeficiente de variación ($CV = DS/mediana$) y la prueba de la *t* de Student pareada ($P < 0,05$) se aplicaron como medida de precisión del contaje de anillos y para comparar las diferencias entre los lectores (Chang, 1982; Campana, 2001). Una vez cuantificado el número de anillos en los otolitos de todos los individuos, se determinó la periodicidad y la época en la que se forman los *annuli* mediante el análisis de la variación mensual del carácter del borde de los otolitos (transparente u opaco) (Williams & Bedford, 1974; Morales-Nin, 1992).

Habiendo determinado el número de anillos en el otolito de cada ejemplar y demostrado la periodicidad anual del crecimiento, se estableció la edad del individuo. A continuación, se procedió a clasificar a cada pez en el grupo o clase de edad correspondiente, ya que la edad por sí sola no constituye información suficiente para estimar el crecimiento. Para ello, se estableció la fecha de nacimiento (1 de abril, ver resultados) y se tomó en consideración la fecha de captura de los individuos y el período de formación de los anillos. La formación del *annulus* se completa cuando la zona transparente está delimitada por material opaco

(Casselman, 1987). En ejemplares con otolitos de borde opaco y fecha de captura posterior a la del nacimiento de la especie, se considera que tienen tantos años como anillos transparentes más uno. En el caso de borde transparente, se asignaron tantos años como anillos transparentes (Morales-Nin & Pertierra, 1990; Morales-Nin, 1992).

Tras ser asignado cada individuo a su grupo de edad, se elaboró una clave talla-edad. Los datos obtenidos se ordenaron en una tabla de doble entrada en la que se presentaron las tallas, agrupadas en clases de 2 cm L_f , y los grupos de edad. Además, se calculó la longitud media, desviación típica y número de individuos en cada clase de edad (Morales-Nin, 1992).

Una regresión no lineal se aplicó para calcular los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy:

$$L = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

donde L es la longitud furcal (cm) del individuo, L_{∞} la longitud asintótica, k la tasa de crecimiento (años^{-1}), t la edad (años) y t_0 la edad hipotética a la cual la longitud es cero (años). Con el fin de ajustar mejor la curva de crecimiento, la edad de los individuos más pequeños (indiferenciados), se empleó en ambos sexos. La comparación de los parámetros de crecimiento entre sexos se llevó a cabo mediante el test de la T^2 de Hotelling (Cerrato, 1990; Gordo, 1996; Pajuelo & Lorenzo, 2003; Tuset *et al.*, 2004).

Por último, se obtuvo el índice de actividad del crecimiento (Φ') (Munro & Pauly, 1983), que permite determinar la similitud entre L_{∞} y k . Dicho índice se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$\Phi = 2 \log(L_{\infty}) + \log(k)$$

2.5. Alimentación

Los restos de las presas presentes en el tubo digestivo se identificaron, con ayuda de una lupa binocular, a nivel de especie o al nivel taxonómico más cercano. Los índices empleados para la caracterización de los hábitos alimentarios fueron los siguientes (Berg, 1979; Hyslop, 1980; Tuset *et al.*, 1996; Dürr & González, 2002):

- a) Índice de vacuidad ($V = Ev * 100 / N$), indica la cantidad de estómagos vacíos
- b) Porcentaje en frecuencia de aparición ($Fp = Tp * 100 / Nt$), proporciona información sobre el presencia de las presa en los estómagos
- c) Porcentaje numérico de abundancia ($Cn = p * 100 / Np$), caracteriza la cantidad de ejemplares de una misma especie que se encuentra en cada tubo digestivo

siendo N el número de ejemplares examinados, Ev el número de ejemplares con el tracto digestivo vacío, Nt el número de tractos digestivos con comida, Np el número total de presas detectadas, p el número de una presa particular y Tp el número de ejemplares conteniendo un tipo de presa dada.

El test de independencia G (Zar, 1996) se aplicó sobre los principales grupos (cefalópodos, crustáceos y teleósteos) para los porcentajes Fp y Cn , al objeto de conocer si la ingesta de estos grupos es dependiente o no de la longitud de los ejemplares. Para ello, los individuos se agruparon en cinco clases de tallas: <29, 30-33, 34-36, 37-39, >39 cm.

3. RESULTADOS

3.1. Sexualidad y reproducción

El estudio macroscópico de las gónadas confirma que es la especie es gonocórica. La gónada consta de dos lóbulos con forma cilíndrica unida posteriormente, siendo de color rosa para las hembras y blanquecino para los machos (Fig. 3).

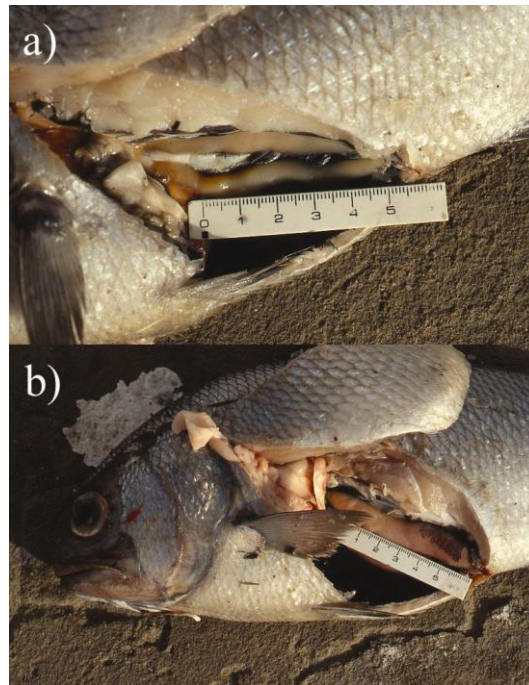


Figura 3.- Apariencia macroscópica de las gónadas de macho (a) y hembra (b)

De los 472 ejemplares examinados, 186 fueron machos y 213 hembras. La identificación del sexo y los estados de madurez fue clara excepto para los individuos más pequeños. La sex-ratio de machos y hembras fue de 1:1,14 y el test χ^2 no mostró diferencias significativas ($P > 0,05$). La sex-ratio por clase de tallas mostró diferencias significativas a partir de 36 cm L_f (Fig. 4).

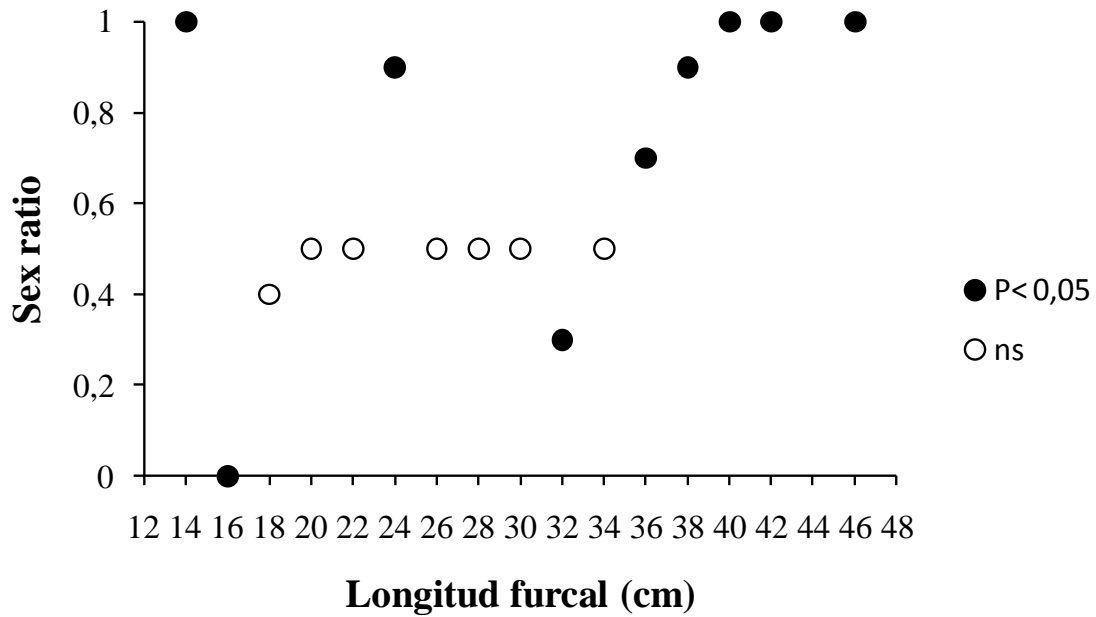


Figura 4.- Distribución de sex-ratio por clase de talla

El rango de tallas varió entre 14,2-46,5 cm *Lf* para el conjunto de datos, 16,5-38,4 cm *Lf* en machos y 14,2-46,5 cm *Lf* en hembras (Tabla 1).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de talla y peso por sexo. DS, desviación estándar.

Variable	Machos				Hembras				Total			
	n	rango	media	DS	n	rango	media	DS	n	rango	media	DS
<i>Lf</i> (cm)	186	16,5-38,4	29,34	5,34	213	14,2-46,5	31,19	6,55	472	14,2-46,5	28,71	7,04
<i>Pt</i> (g)	186	88-1276	610,05	279,41	213	69-2276	758,31	461,33	472	62-2276	616,05	418,45
<i>Pe</i> (g)	186	84-1202	581,12	267,46	213	59-1973	703,66	422,55	472	58-1973	578,06	387,37

La evolución del índice gonadosómico (IGS) y del porcentaje de la frecuencia de los estados de desarrollo de las gónadas de ambos sexos se ilustran en las figuras 5 y 6. En ambos casos, los valores más altos de IGS se obtuvieron entre abril y junio, observándose la fase de maduración (pre-freza) en invierno y la fase post-puesta en verano-otoño. No obstante, el aspecto macroscópico de la gónada permitió asignar estados de madurez III y IV a lo largo de todo el año en ambos sexos.

Los machos y hembras más pequeños con gónadas en estado maduro se observaron con tallas de 18,8 y 19,9 cm *Lf*, respectivamente. La talla de primera madurez en machos tomó el valor de 29,8 cm *Lf*, lo cual correspondió al 78% de la longitud máxima. En el caso de las hembras, la talla de primera madurez estimada fue de 26,0 cm *Lf*, representando el 58% de la talla máxima. No se encontraron diferencias significativas en el análisis de la pendiente de las curvas de madurez entre sexo (ANCOVA, $F= 3.472$, $P> 0,05$) (Fig. 7).

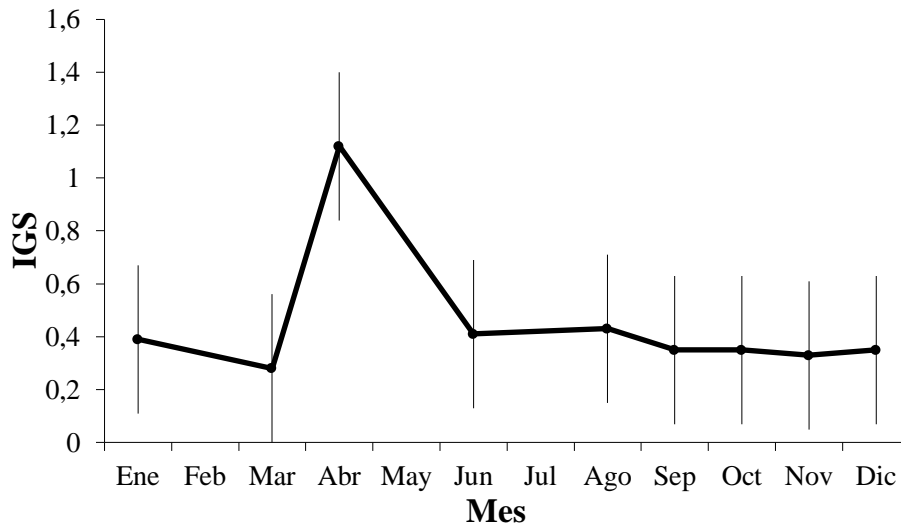
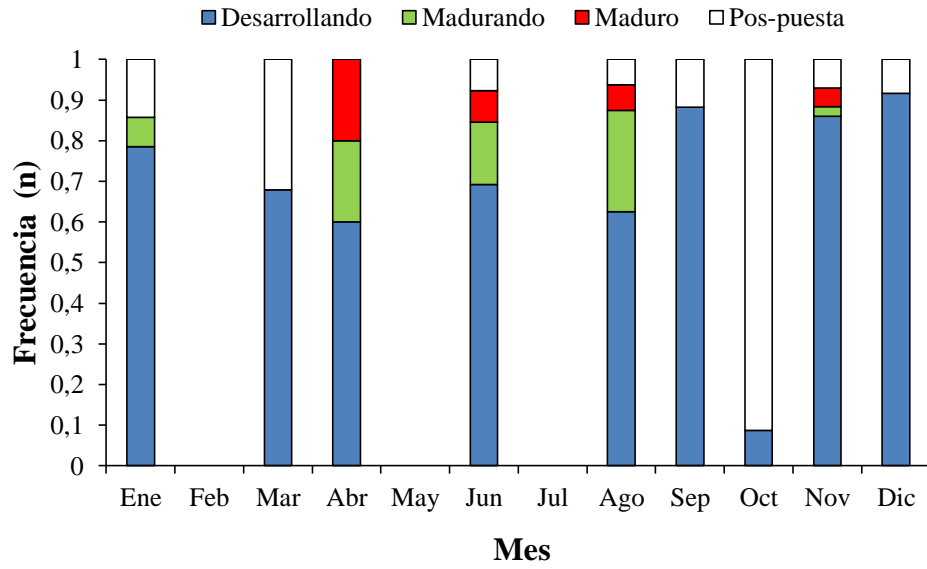


Figura 5.- Variación mensual del estado de madurez (arriba) y del índice gonado-sómico (IGS, media \pm DS) (abajo) en machos.

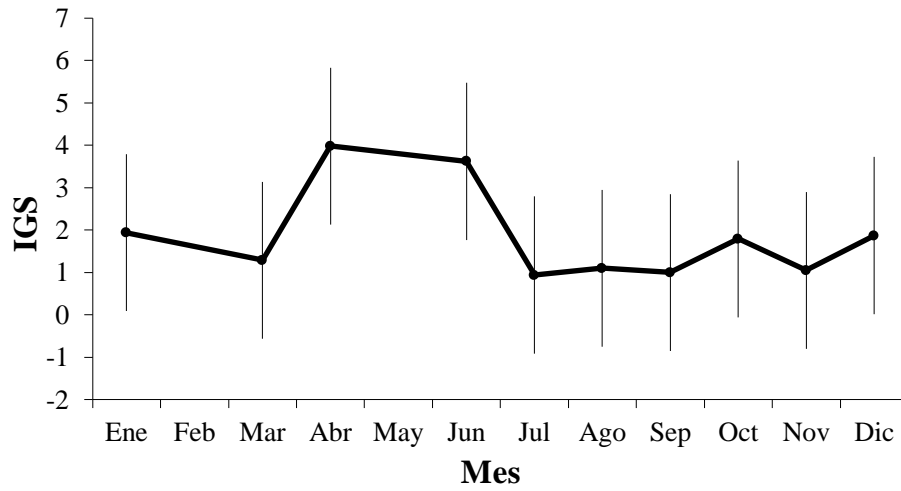
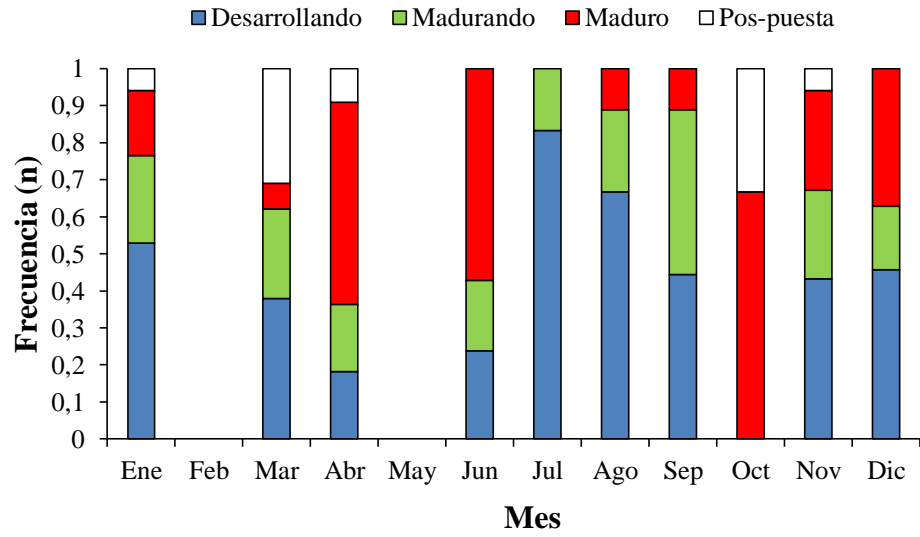


Figura 6.- Variación mensual del estado de madurez (arriba) y del índice gonado-sómico (IGS, media \pm DS) (abajo) en hembras.

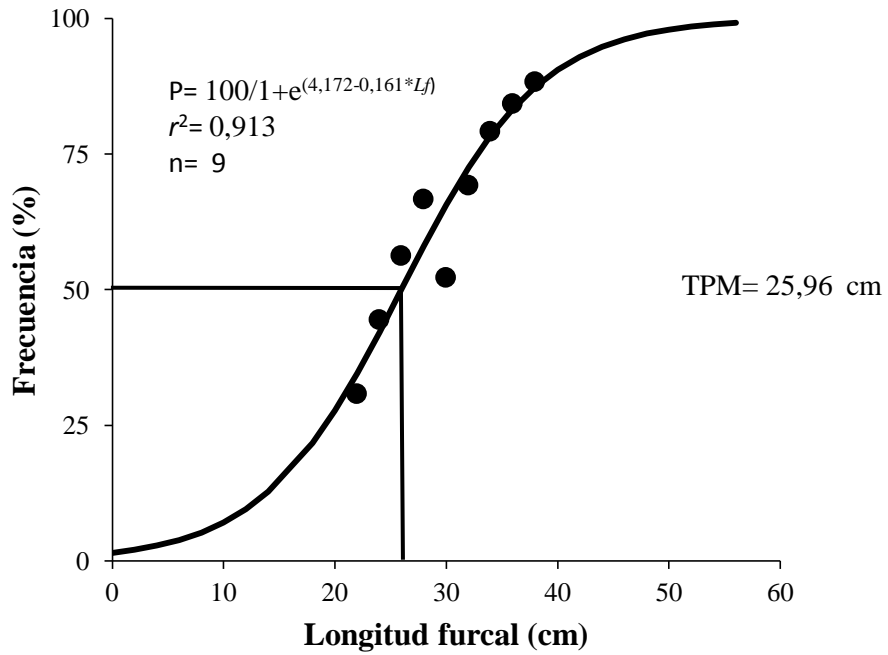
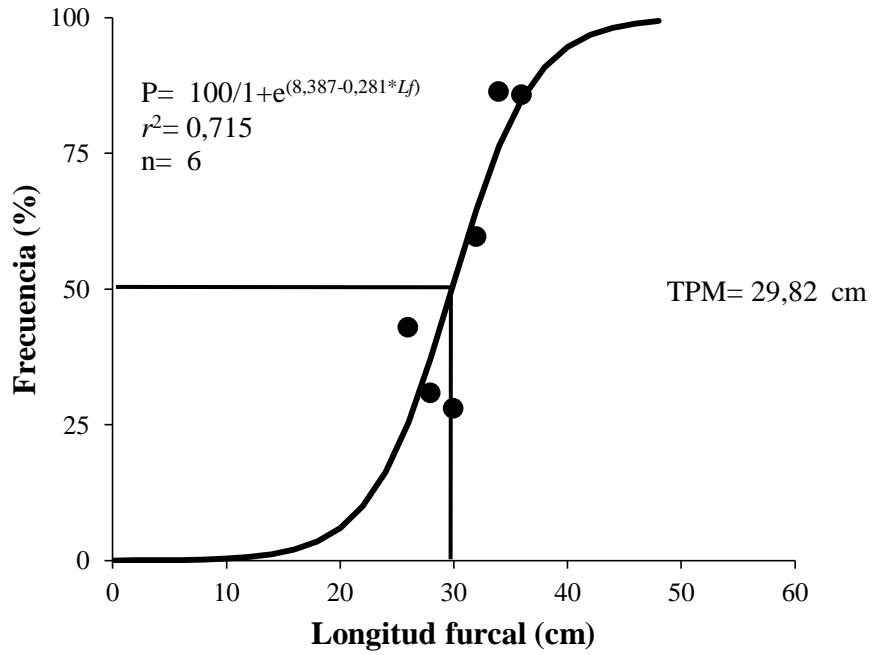


Figura 7.- Curvas de madurez sexual para machos (arriba) y hembras (abajo).

3.2. Distribución de frecuencia de talla

El análisis comparativo de la talla media y de la distribución de frecuencia de talla mostró diferencias significativas entre ambos sexos (test de $U = -2,55$, $P < 0,05$; test $K-S = 2,02$, $P < 0,01$, respectivamente), alcanzado las hembras tallas mayores (Fig. 8).

El análisis de ANCOVA no proporcionó diferencias significativas entre sexos en las relaciones $Lf-Pt$ y $Lf-Pe$ (Tabla 2), por lo que se calculó para el total de individuos en la relación $Lf-Pt$ (Fig. 9). Las pendientes de las relaciones $Lf-Pt$ y $Lf-Pe$ ($b = 3,073$, $DS = 0,021$; $b = 3,055$, $DS = 0,021$, respectivamente) fueron significativamente diferentes de 3 (test de Student, $t = 3,47$ y $t = 2,62$, $P < 0,05$, respectivamente), indicando una alometría positiva en el crecimiento del peso con respecto a la talla.

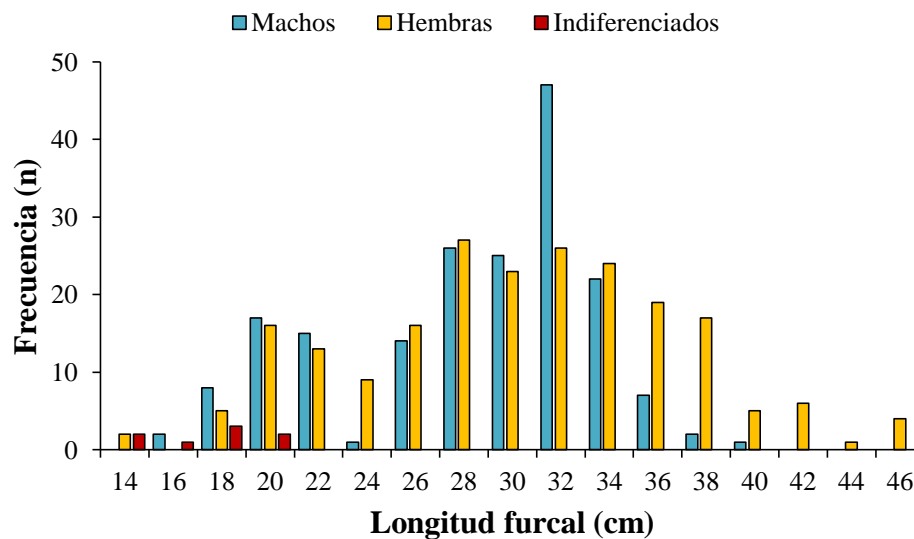


Figura 8.- Distribución de frecuencia de tallas (Lf) para machos, hembras e indiferenciados.

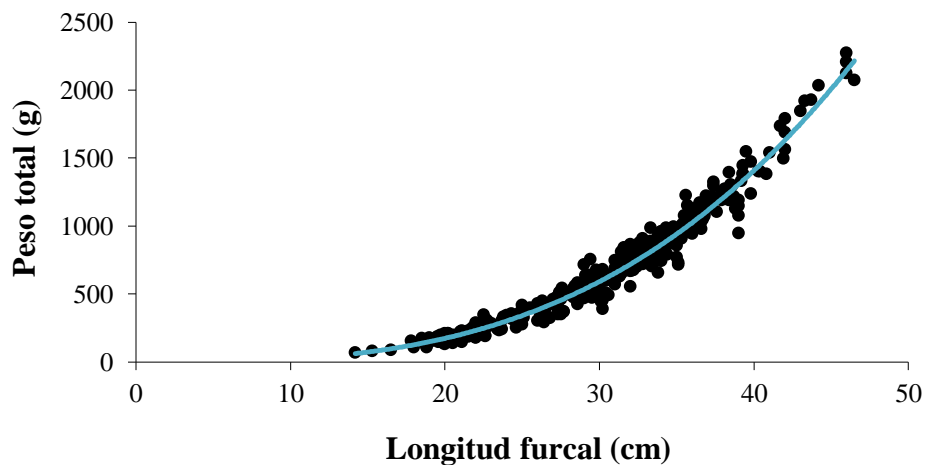


Figura 9.- Relación entre la longitud furcal y el peso total para todos los individuos.

Tabla 2. Parámetros determinados de las regresiones entre longitud furcal (L_f , cm), peso total (P_t , g) y peso eviscerado (P_e , g) en machos, hembras y total de ejemplares, y test de ANCOVA.

Ecuación	a	b	DS	r^2	n	ANCOVA
<i>L_f - P_t</i>						
Machos	0,025	2,958	0,038	0,971	187	$F= 3,68$
Hembras	0,018	3,060	0,036	0,971	213	$P > 0,05$
Total	0,017	3,073	0,021	0,978	473	
<i>L_f - P_e</i>						
Machos	0,023	2,970	0,037	0,972	187	$F= 1,38$
Hembras	0,018	3,030	0,037	0,970	213	$P > 0,05$
Total	0,017	3,055	0,021	0,978	473	

3.3. Edad y crecimiento

Los otolitos enteros mostraron claramente anillos de crecimiento lento y rápido (Fig. 10). La presencia de una banda de crecimiento opaca y otra hialina se asumió con carácter anual al observarse una periodicidad en su formación, depositándose la banda opaca entre enero y junio (Fig. 11).

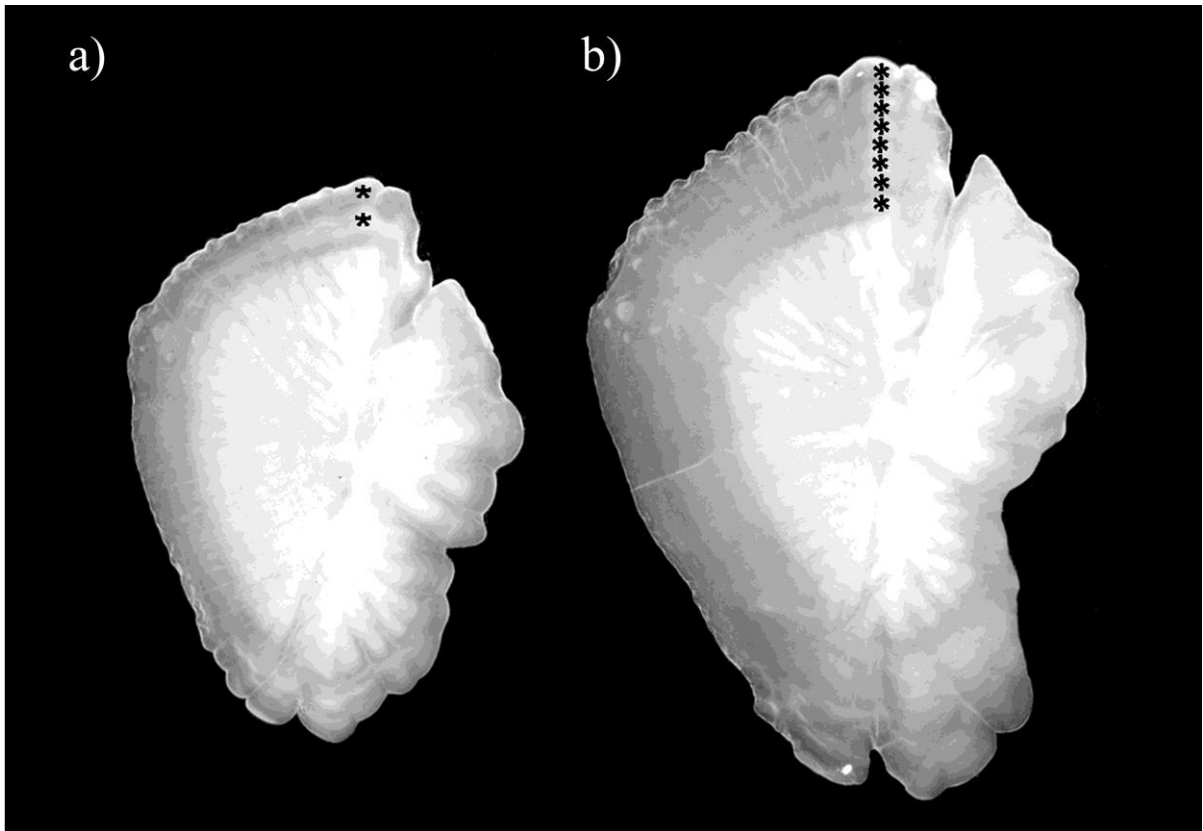


Figura 10.- Crecimiento anual en otolitos enteros (a) dos años; (b) ocho años.

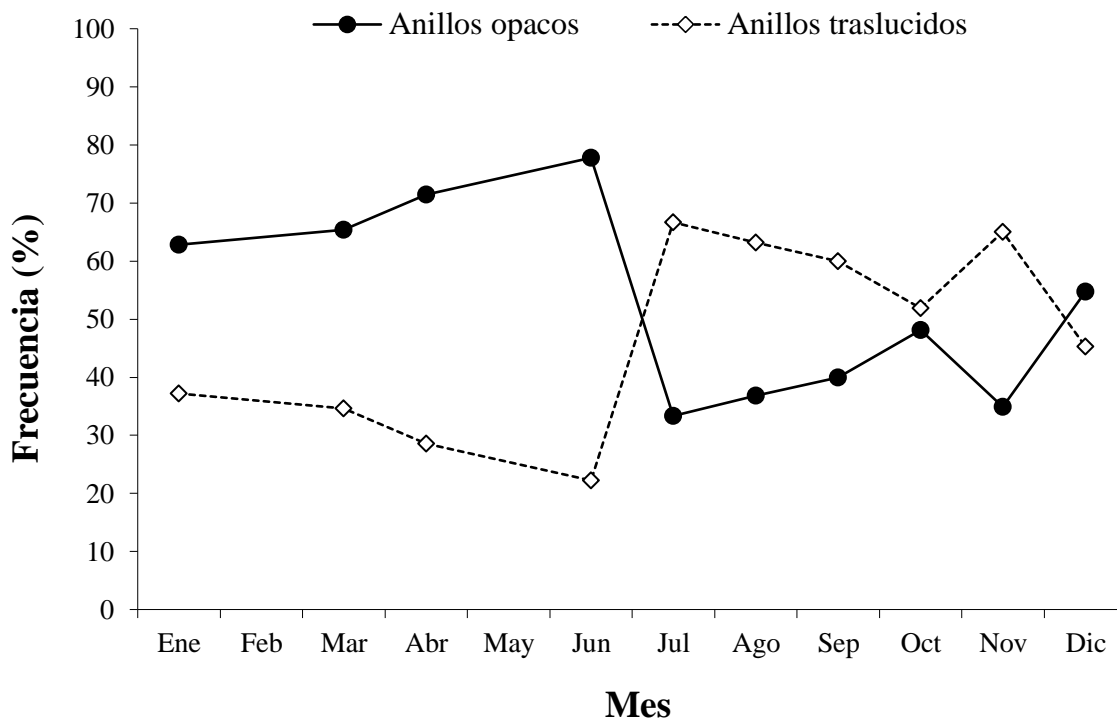


Figura 11.- Evolución mensual de la frecuencia de anillos opacos y anillos traslucidos.

No se detectaron diferencias significativas en la determinación de edad entre los dos lectores ($CV= 5,05\%$; $t= 1,524$, $P> 0,05$) (Fig. 12). De los 472 ejemplares, sólo 333 otolitos pudieron ser examinados, de los cuales 285 (85,6%) fueron leídos y usados para determinar la edad y el crecimiento. La edad estimada varió entre 0 y 14 años en hembras y desde 0 a 11 años en machos (Tabla 3).

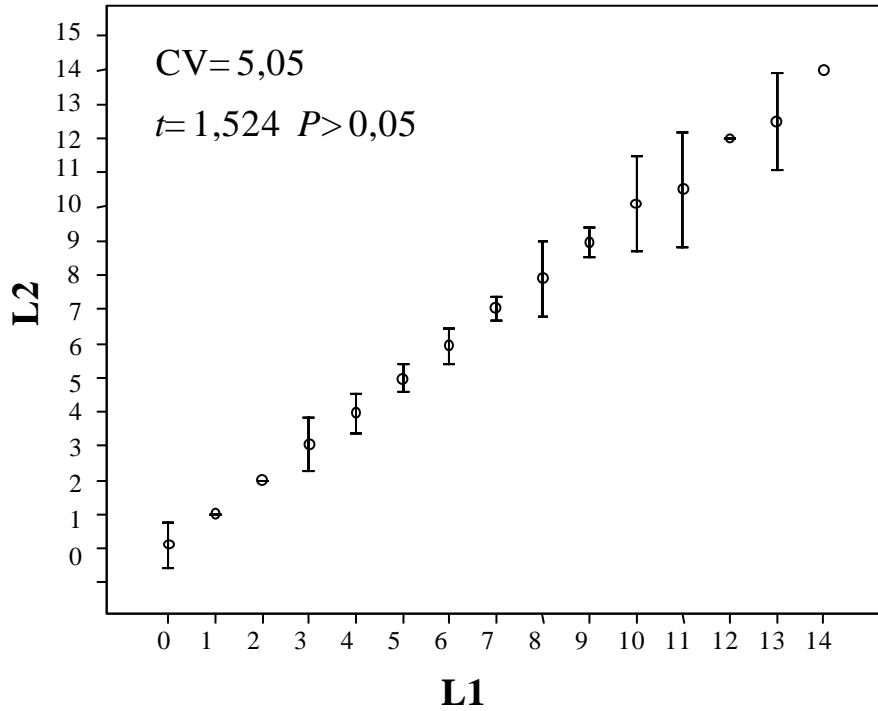


Figura 12.- Medidas de la variabilidad y de precisión en la lectura de edad (CV, coeficiente de variación, t-test pareado) entre los lectores L1 y L2.

Los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy estimados para hembras (n= 213) fueron: $L_{\infty} = 45,92$ cm L_f , $k = 0,16$ años⁻¹ y $t_o = -2,84$ años; y para machos (n= 186): $L_{\infty} = 36,44$ cm L_f , $k = 0,26$ años⁻¹ y $t_o = -2,16$ años (Fig. 13). La comparación de los parámetros de crecimiento entre sexos proporcionó diferencias significativas (prueba de la T^2 Hotelling, $T^2 = 13,838 > \chi^2_{0,05, 3} = 7,815$).

Tabla 3. Edad por clase de talla en machos (m), hembras (h) y todos los ejemplares.

Clase de talla (Lf, cm)	Clase edad														
	0 (m/h)	I (m/h)	II (m/h)	III (m/h)	IV (m/h)	V (m/h)	VI (m/h)	VII (m/h)	VIII (m/h)	IX (m/h)	X (m/h)	XI (m/h)	XII (m/h)	XIII (m/h)	XIV (m/h)
14	/2														
16			1/												
18		/1	2/1												
20		1/	3/5	1/3	1/1										
22	1/	1/	3/2	1/2	2/										
24				/3	/1	/1	/1								
26		2/1	2/1	3/3	4/1	1/2	/1								
28		1/2	3/1	8/2	8/4	3/6	3/2	/2							
30			/3	1/1	7/1	6/7	4/3	2/2		1/					
32			/2	/7	6/4	6/5	9/3	11/	3/	4/	3/				
34			/1	/3	1/2	3/1	/6	2/3	1/2	3/2	2/1				
36						/2	1/6	1/5	/1	1/		1/1			
38						/4	/1	/1	/3	/2	/2	1/			
40										/1	/2		/1		
42						/1						/3			
44											/1				
46													/1	/1	/1
Machos (<i>n</i>)	1	5	14	14	29	19	17	16	4	9	5	2	0	0	0
Talla media (cm)	22,00	24,40	22,42	26,71	28,55	30,74	31,06	33,25	32,50	32,88	32,80	37,00	-	-	-
D.S.	-	3,28	4,09	2,67	3,29	2,23	2,01	1,43	1	1,76	1,09	1,41			
Hembras (<i>n</i>)	2	4	16	24	14	29	23	13	6	5	6	4	2	1	1
Talla media (cm)	14,00	25,00	25,25	27,75	29,14	31,52	32,60	33,53	36,33	36,80	39,00	40,50	43,00	46	46,50
D.S.	0,00	4,76	5,50	4,87	3,98	4,36	3,64	3,38	1,96	2,68	3,28	3,00	4,24	-	-
Total ejem. (<i>n</i>)	16	20	38	40	43	48	40	29	10	14	11	6	2	1	1
Talla media (cm)	15,50	20,30	22,58	26,85	28,74	31,20	31,95	32,82	34,80	34,28	36,18	39,33	43,0	46,00	46,50
D.S.	2,00	4,82	5,28	4,68	3,49	3,66	3,12	2,53	2,52	2,81	4,04	3,01	4,24	-	-

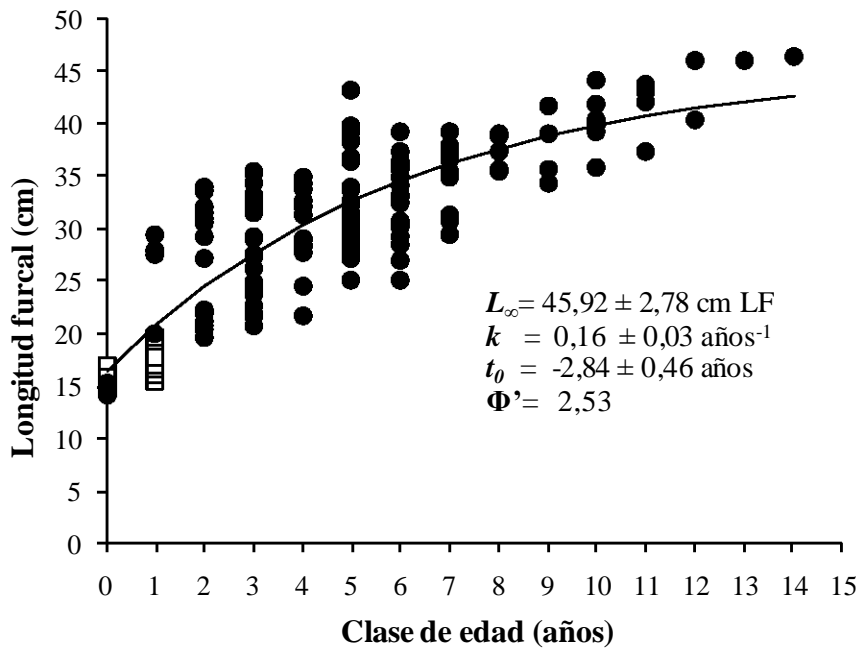
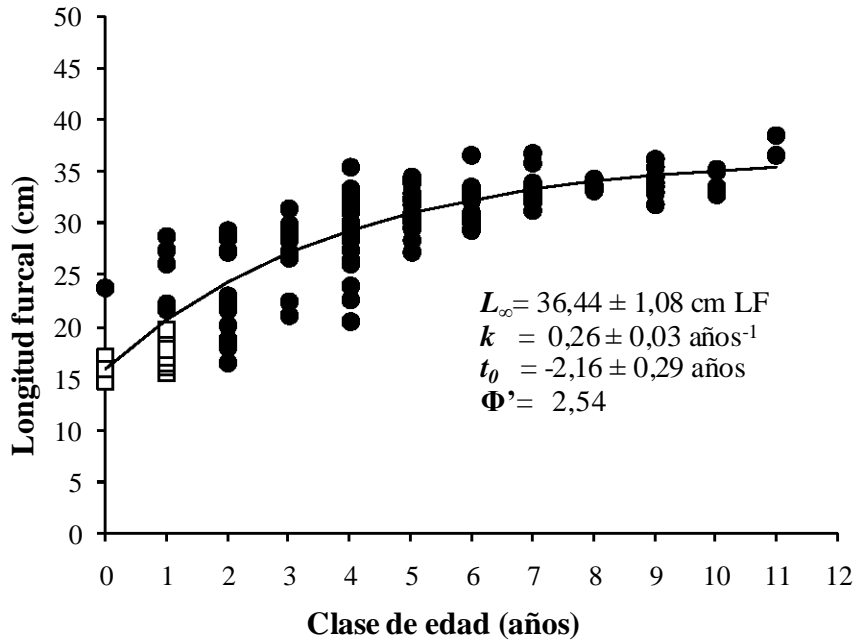


Figura 13.- Curvas de crecimiento de von Bertalanffy en machos (arriba) y hembras (abajo).

3.4. Régimen alimentario

De los 305 tractos digestivos analizados sólo 119 contenían restos de comida proporcionando un índice de vacuidad $V= 60,98 \%$. Veintidós tipos de presas fueron detectadas, dos grupos taxonómicos de cefalópodos, diez de crustáceos y diez de teleósteos. La clasificación de presas permitió la identificación de dos nuevos teleósteos en aguas de Canarias: *Epigonus constanciae* (Giglioli, 1880) y *Centrodraco acanthopoma* (Regan, 1904). El análisis de los datos mostró variación de los hábitos de alimentación con el incremento de las tallas de los individuos tanto en la frecuencia de aparición (prueba de $G = 0,155$, $P < 0,01$) como en el porcentaje numérico (prueba de $G = 0,156$, $P < 0,01$).

Los teleósteos fueron la presa preferida en todas las clases de tallas, aunque los valores de F_p y C_n fueron aumentando notablemente con la longitud de los ejemplares. En este sentido, la especie más relevante en la dieta fue *E. constanciae*, observándose también un incremento en la ingestión de mictófidios en individuos grandes. Los crustáceos fueron las presas preferidas en ejemplares con talla inferior a 36 cm L_f , mientras que en los ejemplares más grandes fue secundaria, siendo las especies de los géneros *Plesionika* y *Heterocarpus* las presas principales. Finalmente, los cefalópodos aparecieron siempre como presa secundaria, aumentando el porcentaje numérico en ejemplares grandes (Tabla 4).

Tabla 4. Frecuencia de aparición (Fp) y porcentaje numérico (Cn) de cada presa por clase de talla (*L_f*, cm) y composición total del alimento.

Grupo sistemático	<29		30-33		34-36		37-39		>39		TOTAL	
	Fp	Cn	Fp	Cn	Fp	Cn	Fp	Cn	Fp	Cn	Fp	Cn
CEFALÓPODOS												
Octopoda												
Octopodidae												
<i>Octopus vulgaris</i>					6,67	3,125	5,88	2,50	12,50	8,70	4,20	1,95
Teuthida												
Loliginidae												
<i>Loligo vulgaris</i>	3,85	1,61									0,84	0,39
CRUSTÁCEOS												
Mysidacea												
Mysidae			3,33	1,47							4,20	1,95
Amphipoda												
Isopoda					3,33	1,56					0,84	0,39
Euphausiacea			3,33	7,35			5,88	2,50			0,84	0,39
Decapoda												
Penaecidae												
<i>Penaeopsis serrata</i>	7,69	4,84	3,33	1,47	3,33	1,56					3,36	1,95
Pandalidae												
<i>Heterocarpus ensifer</i>	15,38	9,68	3,33	1,47	16,67	9,38			6,25	4,35	9,24	5,45
<i>Plesionika edwardsii</i>					3,33	1,56					0,84	0,39
<i>Plesionika ensis</i>	11,54	4,84	6,67	2,94	3,33	1,56					5,04	2,33
<i>Plesionika narval</i>			3,33	2,94	3,33	3,13					1,68	1,56
<i>Plesionika</i> sp.	3,85	1,61	3,33	1,47							1,68	0,78
<i>Plesionika williamsi</i>			6,67	7,35							1,68	1,95
TELEÓSTEOS												
Aulopiformes												
Chlorophthalmidae												
<i>Chlorophthalmus agassizi</i>	7,69	3,23	6,67	4,41	13,33	10,94	5,88	2,50	12,50	8,70	9,24	5,84
Myctophiformes												
Myctophidae												
<i>Ceratoscopelus</i> sp.									6,25	4,35	0,84	0,39
<i>Gymnoscopelus</i> sp.	3,85	1,61					5,88	2,50			1,68	0,78
<i>Lampadena</i> sp.					3,33	1,56	5,88	2,50			1,68	0,78
No identificado			6,67	4,41	3,33	1,56					2,52	0,30
Zeiformes												
Zeidae												
<i>Cyttopsys rosea</i>			10,00	4,41	3,33	1,56	5,88	7,50			3,36	2,72
Scorpaeniformes												
Scorpaenidae												
<i>Pontinus kuhlii</i>	3,85	1,61	6,67	2,94			11,76	5,00			4,20	1,95
No identificado					10,00	6,25	5,88	2,50			3,36	1,95
Setarchidae												
<i>Setarches guentheri</i>									12,50	8,70	1,68	0,78
Perciformes												
Serranidae												
<i>Anthias anthias</i>	3,85	1,61	3,33	2,94			5,88	2,50	12,50	13,04	4,20	2,72
Epigonidae												
<i>Epigonus constanciae</i>	7,69	3,23	6,67	2,94	3,33	1,56	17,65	7,50	6,25	8,70	7,56	3,89
Draconettidae												
<i>Centrdraco acanthopoma</i>			3,33	1,47							0,84	0,39

4. DISCUSIÓN

El estudio macroscópico de la gónada en la población del salmón del alto de las Islas Canarias permite concluir que se trata de una especie gonocórica sin evidencias de dimorfismo sexual externo. Los resultados sugieren que esta especie desova a lo largo de todo el año con un periodo de máxima actividad en primavera. La reproducción puede estar influenciada por la temperatura del agua, la comida disponible y/o el fotoperiodo (Hoar *et al.*, 1983; Van Der Kraak & Pankhurst, 1996); sin embargo, la temperatura se considera el principal factor para explicar la maduración sexual en la mayoría de los peces de profundidad estudiados en esta región, estando el agua más caliente en primavera y verano (Pajuelo & Lorenzo, 1995, 1996; Lorenzo & Pajuelo, 1996, 1999; Allain, 2001; González *et al.*, 2003; Pajuelo *et al.*, 2008).

El análisis de la estructura poblacional indicó que las hembras son más abundantes que los machos en las tallas más grandes. En este sentido, Delgado (2007) encontró resultados similares en aguas de Madeira, con la única presencia de hembras a partir de 32 cm *Lf*. Esta variación de sex-ratio ha sido también descrita en otras especies de Canarias como *Promethichthys prometeus* (Lorenzo & Pajuelo, 1999), *Beryx splendens* (González *et al.*, 2003), y *Aphanopus carbo* (Pajuelo *et al.*, 2008). Wirtz & Morato (2001) argumentan varias opciones para explicar este tipo de fenómeno sexual: a) que exista variación en la distribución espacial, b) que se produzcan diferentes respuestas al tamaño de anzuelo o al tamaño del cebo, y/o c) que el hábito alimentario varíe entre ambos sexos. A pesar de todo, no se puede afirmar que dicho desequilibrio sexual esté directamente relacionado con estos factores. Horn & Massey (1989) no encontraron variaciones en *B. splendens* de Nueva Zelanda, mientras que D'Onghia *et al.*, (2000) demostraron en *Lepidopus caudatus* del Mediterráneo que el método de pesca (palangres y trasmallos) no influye en la talla máxima

de captura, si bien las hembras son siempre mayores. Santamaria *et al.*, (2006), en *B. splendens* del sudoeste del océano Índico, y el presente estudio han demostrado que las hembras logran una longitud asintótica más alta y una tasa de crecimiento más baja, lo cual podría ser la causa de la variación encontrada en la estructura de la población.

El salmón del alto muestra una relativa vida útil relativamente larga, alcanzado los individuos más longevos una edad de 14 años (46,50 cm *Lf*), sin embargo, existe un registro capturado en la isla de La Palma de 48,1 cm de *Lf* (Martín-Sosa *et al.*, 2008). La asignación de edades fue fácil en otolitos enteros, los cuales están caracterizados por un gran y denso núcleo con anillos concéntricos bien visibles. Esta descripción morfológica es similar a otolitos de otras especies como *B. splendens* y *B. decadactylus*, si bien en aquellas pueden aparecer anillos falsos (Rico *et al.*, 2001; Santamaría *et al.*, 2006). Kotlyar (1986, 1988) proporcionó una edad máxima de 9 años a partir de lecturas de escamas para *P. berndti* (21,8cm *Lf*) del océano Índico occidental y 9 años también para *P. yuri* (18,3 cm *Lf*) de Chile. Sin embargo, estos resultados se deben tomar con precaución ya que las escamas no constituyen la mejor estructura para el estudio del crecimiento dado que experimentan procesos de reabsorción (Simkiss, 1974). De hecho, el índice de crecimiento para *P. yuri* es relativamente bajo comparado con *P. nobilis* y especies del género *Beryx* (Tabla 5).

Los hábitos alimentarios de las especies pueden cambiar debido a factores como el ciclo reproductor, al período estacional o a la variación del crecimiento (Costa *et al.*, 1992; King, 1993; Gerking, 1994). En muchas especies demersales, los peces adquieren más relevancia en la dieta cuando la talla aumenta. Generalmente, esta variación es debida a cambios en el hábitat, así como al comportamiento alimentario (Recasens *et al.*, 1988; Dürr & González, 2002; presente estudio). Los individuos de clases pequeñas y medianas del salmón del alto

son carnívoros estenófagos, los cuales ingieren principalmente crustáceos pandálidos. Por otro lado, los especímenes mayores (>37 cm *Lf*) son ictiófagos y sus presas viven en ambientes más batidemersales como *Pontinus kuhlii*, *Cyttopsis rosea* y *Epigonus constanciae*. Esto sugiere un patrón descrito para otras especies de Canarias y que está relacionado con cambios ontogénicos denominado “más grandes-más profundos” (Uiblein *et al.*, 1988). El salmón del alto habita en ambientes similares a los de las fulas del alto (*Beryx* spp.), razón por la cual las capturas de la pesquería se producen conjuntamente (Rico *et al.*, 2001). Sin embargo, los hábitos alimentarios son completamente diferentes y los *Beryx* se alimentan de mictófidios y decápodos mesopelágicos, principalmente oplofóridos (Dürr & González, 2002). Ello, evita una competición en la dieta y define un nicho ecológico específico para cada especie.

Tabla 5. Parámetros e índices de crecimiento de las especies del género *Polymixia* y *Beryx*.

Especies	Área	Grupo	L_{∞} (Lf, cm)	k (años ⁻¹)	t_0 (años)	Φ'	Referencia
<i>P. yuri</i>	Chile	Todo	21,30 (Ls)	0,197	-0,04	1,95	Kotlyar (1988)
		Todo	41,93	0,182	-2,42	2,50	
<i>P. nobilis</i>	Canarias	Machos	36,44	0,264	-2,16	2,54	Presente estudio
		Hembras	45,92	0,157	-2,84	2,53	
<i>B. splendens</i>	Océano Índico	Todo	53,50	0,085	-4,33	2,39	Santamaría <i>et al</i> , (2006)
		Machos	49,1	0,099	-4,11	2,38	
	Hembras	57,1	0,081	-4,16	2,42		
	Canarias	Todo	44,51	0,150	-3,41	2,47	
<i>B. decadactylus</i>	Madeira	Todo	58,71	0,060	-5,71	2,32	Rico <i>et al</i> , (2001)
	Azores	Todo	43,10	0,170	-2,80	2,50	
	Canarias	Todo	58,11	0,110	-4,70	2,57	
<i>B. decadactylus</i>	Madeira	Todo	70,10	0,070	-4,83	2,53	González <i>et al</i> , (1998)
	Azores	Todo	68,40	0,110	-1,90	2,69	

5. CONCLUSIONES

- A lo largo del año la especie presenta varios ciclos de puesta en aguas de Canarias, con mayor actividad reproductora en primavera.
- Las hembras maduran antes que los machos.
- Los machos alcanzan la madurez a una talla relativamente elevada respecto a su talla máxima y a la talla de madurez de las hembras.
- Las hembras crecen más en talla que los machos, aunque más lentamente.
- La formación de los anillos de crecimiento en el otolito está relacionada con la reproducción.
- A medida que los individuos crecen cambian las pautas de alimentación produciéndose menor movilidad (gasto energético) para la captura de presas.
- La estrategia reproductora implica que los machos adquieran mayor relevancia en la supervivencia de la especie.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Allain, V., 2001. Reproductive strategies of three deep-water benthopelagic fishes from the northeast Atlantic Ocean. *Fish. Res.* 51, 165-176.
- Berg, J., 1979. Discussion of methods of investigation of the food of fishes with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens*. *Mar. Biol.* 50, 263-273.
- Brito, A., Pascual, P.J., Falcón, J.M., Sancho, A. & González, G., 2002. Peces de las Islas Canarias. Catálogo comentado e ilustrado. Lemus, La Laguna, 419 pp.
- Busacker, G.P., Adelman, L.R. & Goolish, E.M., 1990. Growth. In: Schreck, C.B. & Moyle, P.B. (Eds.), *Methods for fish biology*: 363-388. American Fishery Society, Bethesda, Maryland.
- Campana, S.E., 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *J. Fish Biol.* 59, 197-242.
- Casselman, J.M., 1987. Determination of age and growth. In: Gill, S. (Ed.), *The biology of fish growth*. Academic Press, London, 1990. Growth and Relative Size of Calcified Structures of Fish. *Trans. Am. Fish. Soc.* 119, 673-688.
- Cervigón, F., Cipriani, R., Fischer, W., Garibaldi, L., Hendrickx, M., Lemus, A.J., Márquez, R., Poutiers, J.M., Robaina, G. & Rodríguez, B., 1992. Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Rome, 513 pp.
- Cerrato, R.M., 1990. Interpretable statistical test for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47, 1416-1426.

- Chang, W.B., 1982. A statistical method for evaluating the reproducibility of age determinations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39, 1208-1210.
- Costa, J.L., Assis, C.A., Almeida, P.R., Moreira, F. & Costa, M.J., 1992. On the food of European eel, *Anguilla anguilla* (L.), in the upper zone of the Tagus Estuary, Portugal. *J. Fish Biol.* 41, 841-850.
- Delgado, J., 2007. Ictiofauna demersal das zonas sublitoral e batial superior do Arquipélago da Madeira. Um estudo biológico e ecológico. Tese de Mestre em Ciências da Terra e da Vida. Universidade da Madeira. 169 pp.
- D'Onghia, G., Mastrotoato, F. & Mairono, P., 2000. Biology of silver scabbard fish, *Lepidopus caudatus* (Trichiuridae), from the Ionian Sea (Eastern-central Mediterranean). *Cybium* 24 (3), 249-262.
- Dürr, J. & González, J.A., 2002. Feeding habits of *Beryx splendens* and *Beryx decadactylus* (Berycidae) off the Canary Islands. *Fish. Res.* 54, 363-374.
- Farias, C., Canoura, J. & Gil, J., 2007. First record of *Polymixia nobilis* (Polymixiformes: Polymixiidae) close to the Strait of Gibraltar (south-western Spain). *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 87 (6), 1791-1792.
- Franquet, F. & Brito, A., 1995. Especies de interés pesquero de Canarias. Gobierno de Canarias. Consejería de Pesca y Transportes, 143 pp.
- Froese, R. & Pauly, D. (eds.), 2008. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (12/2008).
- García-Díaz, M.M., Tuset, V.M., González, J.A. & Socorro, J., 1997. Sexuality and reproductive aspects in *Serranus cabrilla* (Osteichthyes: Serranidae): macroscopic and histological approaches. *Mar. Biol.* 127, 379-386.

- García-Díaz, M.M., Lorente, M.J., González, J.A. & Tuset, V.M., 2002. Morphology of the ovotestis of *Serranus atricauda* (Teleostei, Serranidae). *Aquat. Sci.* 64, 87-96.
- Gerking, S.D., 1994. Feeding Ecology of Fish. Academic Press, USA.
- González, J.A., Lozano, I.J., Lorenzo, J.M., López-Abellán, L.J., Bautista, J.M., Carvalho, D., Biscoito M.J. & Menezes, G., 1998. Biology of some Macaronesian deep-sea commercial species. Final Report. Study Contract 95/032, 363 pp.
- González, J.A., Rico, V., Lorenzo, J.M., Reis, S., Pajuelo, J.G., Afonso Dias, M., Mendonça, A., Krug, H.M. & Pinho, M.R., 2003. Sex and reproduction of the alfonsino *Beryx splendens* (Pisces, Berycidae) from the Macaronesian archipelagos. *J. Appl. Ichthyol.* 19, 104-108.
- González, J.A., Quiles, J.A., Marrero, M.F., Santana, J.I., García-Mederos, A.M., Gimeno, M., Pérez-Peñalvo, J.A., González-Cuadrado, R. & Jiménez, S., 2004. Productos pesqueros comercializados en Canarias. Peces óseos. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Gobierno de Canarias. Las Palmas de G.C.: 346 pp.
- González-Lorenzo, J.G., Cansado, S., Martín-Sosa, P., Falcón, J.M. & Jurado, A., 2008. Seguimiento científico de la Reserva Marina de La Restinga (El Hierro, Islas Canarias). Resultados de las campañas de embarques de observadores-muestreadores “EMBELHIERRO 2008”. Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias. Memoria científico-técnica final: 35 pp. + Anexos.
- Gordo, L.S., 1996. On the age and growth of bogue, *Boops boops* (L.), from the Portuguese coast. *Fish. Manage. Ecol.* 3, 157-164.
- Hoar, W.S., Randall, D.J. & Donaldson, E.M. (Eds.), 1983. Fish Physiology, vol. 9. Academic Press, New York, 477 pp.

- Holden, M. & Raitt, D., 1975. Manual of Fishery Sciences. Part. II. Methods of resources investigation and application. *FAO Fish. Tech. Pap.* 115 (1), 34-43.
- Horn, P.L. & Massey, B.R., 1989. Biology and abundance of alfonsino and bluenose off the lower east coast North Island, New Zealand. *N. Z. Fish. Tech. Rep.* 15, 1-32.
- Hyslop, E.J., 1980. Stomach contents analysis. A review of methods and their application. *J. Fish Biol.* 17, 411-429.
- Hureau, J.C., 1990. Polymixiidae. In: Quéro, J.C., Hureau, J.C., Karrer, C., Post, A. & Saldanha, L. (Eds.), Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA), 2: 625. JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris.
- King, R.P., 1993. Seasonal plasticity in faunal dietary status, diversity and foraging performance of *Ilisha africana* (Clupeidae) in Qua Iboe estuary, Nigeria. *Cybium* 13, 239-257.
- Kotlyar, A.N., 1986. On the biology of *Polymixia berndti* Gilbert (Polymixiidae) in the western part of the Indian Ocean. *J. Ichthyol.* 26 (2), 120-127.
- Kotlyar, A.N., 1988. Material on the systematics and biology of the beryciform fishes *Monocentris reedi* and *Polymixia yuri* from the Naska submarine ridge. *J. Ichthyol.* 28 (6), 146-150.
- Lorenzo, J.M. & Pajuelo, J.G., 1996. Growth and reproductive biology of chub mackerel *Scomber japonicus* off the Canary Islands. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 17, 275-280.
- Lorenzo, J.M. & Pajuelo, J.G., 1999. Biology of a deep benthopelagic fish, roudi escolar *Promethichthys prometheus* (Gempylidae), off the Canary Islands. *Fish. Bull.* 97, 92-99.
- Martín-Sosa, P., Cansado, S., Falcón, J.M., Jurado, A. & Fernández, M.A.R. 2008. Seguimiento científico del efecto de la Reserva Marina de La Palma (Islas Canarias).

- Resultados de la Campaña de Prospección Pesquera “PEXLAPALMA 2008”. Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias. Memoria científico-técnica final: 61 pp. + Anexos
- Morales-Nin, B., 1992. Determination of growth in bony fishes from otolith microstructure. *FAO Fish. Tech. Pap.* 322, 1-51.
- Morales-Nin, B. & Pertierra, J.P., 1990. Growth rates of the anchovy *Engraulis encrasicolus* and the sardine *Sardina pilchardus* in the Northwestern Mediterranean Sea. *Mar. Biol.* 107, 349-356.
- Munro, J.L. & Pauly, D., 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte* 1, 5-6.
- Nelson, J.S., 2006. Fishes of the world. 4th edition. John Wiley and Sons, Inc., New York, 601 pp.
- Pajuelo, J.G. & 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. & 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., Lorenzo, J.M., Ramos, A.G. & Méndez-Villamil, M., 1997. Biology of the red mullet *Mullus surmulletus* (Mullidae) off The Canary Islands, Central-East Atlantic. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 18, 265-272.
- Pajuelo, J.G. & Lorenzo, J.M., 2003. The growth of the common two-banded seabream, *Diplodus vulgaris* (Teleostei, Sparidae), in Canarian waters, estimated by reading otoliths and by back-calculation. *J. Appl. Ichthyol.* 19, 79-83.

- Pajuelo, J.G., González, J.A., Santana, J.I., Lorenzo, J. M., García-Mederos, A.M. & Tuset, V.M., 2008. Biological parameters of the bathyal fish black scabbardfish ("*Aphanopus carbo*" Lowe, 1839) off the Canary Islands, Central-east Atlantic. *Fish. Res.* 92, 140-147.
- Pauly, D., 1984. Length-converted catch curves, a powerful tool for fishery research in the tropics (Part II). *Fishbyte* 2, 17-19.
- Pope, J.A., Marggets, A.R., Hamley, J.M. & Akyuz, E.F., 1983. Manual of methods for fish stock assessments. Pt. 3. Selectivity of fishing gear. *FAO Fish. Tech. Pap.* 41, 1-65.
- Recasens, L., Lombarte, A., Morales-Nin, B. & Torres, G. 1998. Spatiotemporal variation in the population structure of the European hake in the NW Mediterranean. *J. Fish Biol.* 53, 387-401.
- Rico, V., Lorenzo, J.M., González, J.A., Krug, H.M., Mendonça, A., Gouveia, E. & Afonso Dias, M., 2001. Age and growth of the alfonsino *Beryx splendens* Lowe, 1834 from the Macaronesian archipelagos. *Fish. Res.* 49 (3), 223-240.
- Rojo, A.L., 1988. Diccionario enciclopédico de anatomía de peces. *Monogr. Inst. Esp. Oceanogr.*, 566 pp.
- Rosen, D.E., 1973. Interrelationships of higher euteleostean fishes. In: Greenwood, P.H., Miles, R.S., Patterson, C. (Eds.), Interrelationships of fishes. *J. Linn. Soc. Zool.* 53 (1), 397-513.
- Rosen, D.E., 1985. An essay on euteleostean classification. *Am. Mus. Novit.* 2827, 57 pp.
- Santamaría, M.T.G., López-Abellán, L.J. & González, J.F., 2006. Growth of alfonsino *Beryx splendens* Lowe, 1834 in the South-West Indian Ocean. *Afr. J. Mar. Sci.* 28 (1), 33-40.

- Simkiss, K., 1974. Calcium metabolism of fish in relation to ageing. In: Bagenal, T.B. (Ed.), Ageing of fish, pp. 1-12. Unwin Brothers, London.
- Sparre, P. & Venema, S.C., 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. *FAO Doc. Téc. Pesca* 306/1, Rev. 1, 420 pp.
- Tuset, V.M., González, García-Díaz, M. & Santana J.I., 1996. Feeding habits of *Serranus cabrilla* (Serranidae) in the Canary Islands. *Cybium* 20 (2), 161-167.
- Tuset, V.M., González, J.A., Lozano, J.I. & García-Díaz M, 2004. Age and growth of the blacktail comber, *Serranus atricauda* (Serranidae), off the Canary Islands (Central-Eastern Atlantic). *Bull. Mar. Sci.* 74 (1), 53-68.
- Uiblein, F., Bordes, F., Castillo, R. & Ramos, A.G., 1998. Spatial distribution of shelf- and slope-dwelling fishes collected by bottom longline off Lanzarote and Fuerteventura, Canary Islands. *Mar. Ecol.* 19, 53-66.
- Van der Kraak, G. & Pankhurst, N.W., 1996. Temperature effects on the reproductive performance of fish. In: Wood, C.M. & McDonald, D.G. (Eds.), Global warming: implications for freshwater and marine fish. Cambridge University Press, Cambridge, *Soc. Exp. Biol. Sem. Ser.* 61, 159-176.
- West, G., 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 41, 199-222.
- Williams, D. & B.C. Bedford, 1974. The use of otoliths for age determination. In: Bagenal, T.B. (ed.), *The Ageing of Fish*: 114-123. Unwin Brothers. Surrey, Reino Unido.
- Wirtz, P., & Morato, T., 2001. Unequal sex ratios in longline catches. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 80, 187-188.
- Zar, J.H., 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall International, 3rd, New Jersey. 662 p.

Zehren, S.J., 1979. The comparative osteology and phylogeny of the Beryciformes (Pisces: Teleostei). *Evol. Monog*, (University of Chicago) I. 389 pp.