

**Estudio sobre la Talla de Primera Madurez
del boquerón o longorón en aguas de Canarias,
dada la importancia de la comercialización de este
recurso para el sector pesquero y la necesidad de
asegurar la sostenibilidad del mismo**

INFORME FINAL

Enero de 2012



**Gobierno
de Canarias**



INFORME FINAL

**Estudio sobre la Talla de Primera Madurez
del boquerón o longorón en aguas de Canarias,
dada la importancia de la comercialización de este recurso para
el sector pesquero y la necesidad de asegurar la sostenibilidad
del mismo**

**Grupo de Ecología Marina Aplicada y Pesquerías
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria**

Enero de 2012



**Gobierno
de Canarias**

ÍNDICE

- 1.- Introducción.
- 2.- Materiales y Métodos.
- 3.- Resultados.
 - 3.1.- Caracterización.
 - 3.2.- Descriptores.
 - 3.3.- Relaciones talla-peso.
 - 3.4.- Relaciones talla-talla.
 - 3.5.- Tipología sexual.
 - 3.6.- Sex ratio.
 - 3.7.- Época de puesta.
 - 3.8.- Madurez sexual.
- 4.- Propuesta de Talla Mínima de Captura (TMC).
- 5.- Recomendaciones.

1.- INTRODUCCIÓN.

La Talla Mínima de Captura (TMC) para boquerón o longorón (*Engraulis encrasicolus*) fue fijada en 9 cm de longitud total (LT) en la normativa reguladora aplicada al caladero canario (R.D. 560/1995).

Posteriormente, el Reglamento (CE) nº 850/98 del Consejo estableció una TMC de 12 cm LT en aguas del Archipiélago, habiendo pasado esta normativa desapercibida tanto para la Administración estatal como para la autonómica, ya que no fue objeto de transposición al derecho español.

Los datos biológicos que apoyaron dicha TMC en la normativa europea al parecer proceden de un estudio sobre aspectos reproductores parciales, hecho en el Golfo de Vizcaya en 1987-1988, que estimó una talla de primera madurez para ambos sexos entre 11 y 13 cm LT.

Hoy en día existe controversia con su TMC en las diferentes normativas reguladoras y reiteradamente su captura y comercialización origina cierta problemática socio-económica en Canarias.

Se trata de una especie altamente migratoria, de crecimiento rápido y aparición ocasional en la mayor parte del Archipiélago, cuyos parámetros biológicos son desconocidos en estas aguas y, que al parecer, no han sido actualizados en el caladero donde fueron estudiados (donde podrían estar obsoletos por la peculiar historia de su pesquería que incluso ha incluido una moratoria de varios años).

La realización del presente estudio biológico determinará las características reproductoras de esta especie en aguas de Canarias, con especial énfasis en los procesos de madurez sexual, con el objetivo de sustentar una adecuación de la Talla

Mínima de Captura (TMC) para boquerón o longorón (*Engraulis encrasicolus*) en el caladero canario.



2.- MATERIALES Y MÉTODOS.

El equipo científico responsable del desarrollo del estudio estuvo integrado por los Licenciados Dña. Verónica García, D. Dailos Hernández y por los Doctores D. José A. González y D. José G. Pajuelo, todos integrados en el Grupo de Ecología Marina Aplicada y Pesquerías de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

La recolección del material biológico se efectuó, cumpliendo las previsiones, entre los meses de abril y diciembre de 2011. Los ejemplares recolectados de capturas efectuadas con cerco por barcos comerciales, fueron seleccionados sobre la base de muestreos aleatorios. En total se analizaron 1735 ejemplares de *Engraulis encrasicolus*. Las muestras fueron analizadas inmediatamente después de ser obtenidas.

La base de datos fue elaborada siguiendo los criterios adoptados en la reunión de coordinación. Los datos fueron analizados con periodicidad mensual, tras ser incluidos en la base los registros correspondientes al último muestreo del mes. El análisis de los datos se efectuó sobre la base de un protocolo diseñado inicialmente.

En cada ejemplar, se tomó la longitud total (al mm), la longitud furcal (al mm), el peso total (0,01 g), el peso gonadal (0,0001 g) y el peso eviscerado (0,01 g). Las gónadas unas vez pesadas fueron fijadas en formol tamponado al 4% para su posterior análisis (Figs. 2.1 y 2.2). Además se asignó macroscópicamente el sexo (indiferenciado, macho o hembra) y se asignó el estado de madurez sexual (I, inmaduro; II, reposo; III, prepuesta; IV, puesta; V, postpuesta; Tabla 2.1).

El análisis microscópico de las gónadas de los ejemplares mayores de 55 mm se empleó, para confirmar la tipología sexual establecida por asignación visual del sexo y la estrategia reproductiva, y para verificar los estados de madurez sexual asignados macroscópicamente.



Fig.2.1.- Detalle de la toma de datos en el laboratorio.

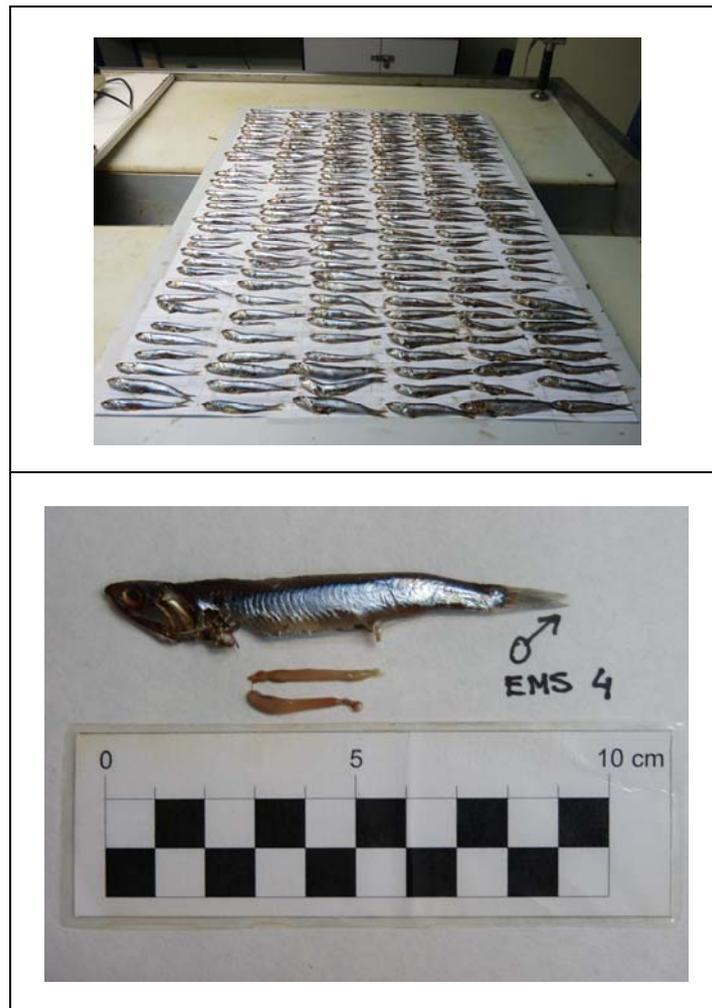


Fig. 2.2.- Detalle de los ejemplares analizados en el laboratorio.

Tabla 2.1.- Estados de Madurez Sexual.

Estado	Descripción
I. Inmaduro	La gónada es pequeña y firme, ocupando cerca de la tercera parte de la longitud de la cavidad abdominal. Los ovarios y los testículos son transparentes o de color claro. Los ovocitos son invisibles a simple vista y los sexos no son diferenciables a simple vista.
II. Reposo	La gónada tiene un aspecto firme, ocupando cerca de la mitad de la longitud de la cavidad abdominal. Los ovarios son de color rosados o translúcidos y los testículos son blanquecinos, más o menos simétricos. Los ovocitos son invisibles a simple vista.
III. Prepuesta	La gónada presenta un aspecto grueso, ocupando cerca de dos terceras partes de la longitud de la cavidad abdominal. Los ovarios son más o menos cilíndricos, de color anaranjado y los testículos son más o menos romboidales, blanquecinos o de color crema. Los ovocitos son visibles a simple vista a través de la membrana ovárica, dando un aspecto granular a la superficie del ovario.
IV. Puesta	La gónada es más gruesa, ocupando cerca de dos terceras partes de la longitud de la cavidad abdominal. Los ovarios poseen un color naranja rosado con vasos sanguíneos superficiales, mientras que los testículos tienen aspecto lechoso y brillante. Los óvulos son maduros y transparentes, de gran talla y perfectamente visibles a simple vista, con una membrana ovárica muy fina. Los productos sexuales son expulsados a la menor presión ejercida sobre el abdomen del individuo.
V. Postpuesta	La gónada presenta un aspecto contraído, ocupando cerca de la mitad de la longitud de la cavidad abdominal. Las paredes gonadales tienen aspecto de saco vacío. Los ovarios están completamente colapsados, son muy flácidos, son de color rojo debido a una gran vascularización. Los testículos presentan un aspecto oscurecido. Los ovocitos en vías de necrosis, pudiendo quedar algunos maduros residuales.

Para en análisis histológico cada muestra de tejido fue deshidratada mediante una serie gradual de alcoholes, tratada con Isoparafina H Panreac y sometida a un baño en parafina caliente Paraplast Plus Panreac (Tabla 2.2) utilizando para ello un deshidratador automático Citadel 2000 marca Thermo Shandon (Fig. 2.3). Posteriormente la muestra fue incluida en un bloque de parafina marca Paraplast Plus, del cual se obtuvieron secciones de 5 μm , que fueron montadas sobre un portaobjeto y teñida con hematoxilina de Harris y eosina (Tabla 2.3) utilizando para ello un teñidor automático Varistain 24-4 marca Thermo Shandon (Fig. 2.4). Las secciones teñidas fueron observadas posteriormente al microscopio. Para un total de 30 hembras se obtuvieron secciones de la parte anterior, media y posterior con el fin de testear la posible existencia de diferencias en el desarrollo de los ovocitos entre áreas de la gónada.

Tabla 2.2.- Proceso de deshidratación de las muestras.

Reactivo	Tiempo (horas/minutos)
Alcohol al 70%	3
Alcohol al 90-96%	2
Alcohol al 90-96%	2
Alcohol al 90-96%	1
Alcohol al 100%	1
Alcohol al 100%	2
Alcohol al 100%	2
Isoparafina H	0/30
Isoparafina H	0/30
Isoparafina H	1
Parafina	3
Parafina	7
Parafina+ bomba de vacío	2



Fig. 2.3.- Deshidratador automático Citadel 2000 Thermo Shandon.

Tabla 2.3.- Proceso de tinción de las muestras.

Reactivo	Tiempo (minutos/segundos)
Isoparafina H Panreac	2
Isoparafina H Panreac	2
Alcohol al 100% Panreac	2
Alcohol al 100% Panreac	2
Alcohol al 70% Panreac	2
Agua	2
Agua	2
Agua	2
Hematoxilina Panreac	15
Agua	5
Alcohol clorhídrico Panreac	0/24
Agua	1
Agua Amoniacal Panreac	0/50
Agua	15
Eosina Panreac	4
Alcohol al 96% Panreac	2
Alcohol al 96% Panreac	2
Alcohol al 100% Panreac	2
Alcohol al 100% Panreac	2
Isoparafina H Panreac	2
Isoparafina H Panreac	2
Isoparafina H Panreac	2



Fig. 2.4.- Teñidor automático Varistain 24-4 Thermo Shandon.

Los ovocitos se clasificaron en 7 estadios de desarrollo (Tabla 2.4). Los ovarios se clasificaron en base al estadio más avanzado de los ovocitos observado en los ovarios. Los testículos fueron clasificados solamente como maduro o inmaduro en base al estadio más avanzado del proceso de espermatogénesis observado.

Tabla 2.4.- Estado de desarrollo de los ovarios y criterio histológico utilizado para clasificar los ovarios.

Estado	Descripción
1. Cromatina nucleolar (CN)	Ovocitos pequeños con un núcleo grande rodeados de una pequeña capa de citoplasma. El núcleo presenta un único nucleolo de gran tamaño.
2. Perinucleolar (P)	Múltiples nucléolos alrededor de la periferia del núcleo.
3. Alveolo Cortical (CA)	Alveolos corticales localizados en la periferia del ovocito y corión eosinófilo en desarrollo.
4. Vitelogénesis inicial (VI)	Iniciada la acumulación de vitelo, apareciendo primero en la región del alveolo cortical, pero más tarde como vesículas de vitelo en todo el citoplasma. El vitelo adquiere aspecto de gránulos.
5. Vitelogénesis avanzada (VA)	Los gránulos de vitelo llenan por complete y expanden el citoplasma.
6. Maduro (M)	Ocurre la disolución de la membrana nuclear. Los glóbulos de vitelo comienzan a fundirse para formar una masa fluida de vitelo. El corión permanece predominante.
7. Folículo Postovulatorio (POF)	Folículos postovulatorios vacíos presentes.

Las diferencias en longitud media entre sexos se analizaron utilizando *t*-test. El test-Z no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov se empleó para analizar la existencia de diferencias en el rango de tallas y pesos entre sexos.

La relación entre la longitud total y el peso total se calculó utilizando la función potencial:

$$P_t = a \cdot L_t^b,$$

donde: P_t es el peso total; L_t es la longitud total; y a y b son los coeficientes de la relación entre P_t y L_t . El ajuste de la función a los datos se realizó mediante una regresión no lineal. La relación entre la longitud total y la longitud a la bifurcación caudal se calculó mediante una regresión lineal entre ambas variables. La alometría se contrastó utilizando el test t de Student.

La proporción entre sexos o sex-ratio se estimó relacionando el número de machos con el de hembras. La variación de sexos según tallas se analizó contabilizando el número de individuos de cada sexo por clase de tallas. También se analizó la sex-ratio por trimestre. Las sex-ratios estimadas fueron testeadas mediante el test de Ji cuadrado de Pearson.

El período reproductor se determinó utilizando las variaciones en el tiempo de las partes porcentuales de los estadios de madurez sexual y siguiendo las variaciones temporales del índice gonadosomático (IGS), que se calculó para cada ejemplar como:

$$\text{IGS} = \left(\frac{P_g}{P} \right) \cdot 100,$$

donde: P_g es el peso de la gónada; y P es el peso eviscerado.

La talla de primera madurez, longitud media a la cual el cincuenta por ciento de los individuos presentan actividad gonadal, y la talla de maduración masiva, talla a la cual el 95% de los individuos presentan actividad gonadal, fueron estimadas a partir de la ojiva de madurez sexual. Estas ojivas se estiman al ajustar una curva sigmoidea

simétrica a los valores porcentuales de individuos maduros por clase de talla mediante una regresión no lineal utilizando el algoritmo de Levenberg-Marquardt's. La expresión matemática de la curva utilizada es:

$$P = \frac{100}{1 + e^{-r(L-L_m)}},$$

donde: P es la proporción de individuos maduros en cada intervalo de talla; L es la longitud media de cada intervalo; Lm es la longitud media de primera madurez y r el coeficiente de la relación entre P y L. La proporción de individuos maduros se estimó en base a los estados macroscópicos III-V, a los individuos con valor de IGS superior a 1,5% (IGS medio individuos en estado III= 1,27), a 2% (IGS medio individuos en estado III-V= 2,02) y a 2,5% (IGS medio individuos en estado IV= 2,46), y a las hembras en estado microscópicos V-VII o a los machos en estado maduro.

3.- RESULTADOS.

3.1.- Caracterización.

Los resultados obtenidos del análisis de las medidas merísticas correspondientes al número de radios blandos de las aletas dorsal, pelviana, pectoral y anal, y del número de branquias se presentan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1.- Valores medios, mínimo y máximo del número de radios de las aletas dorsal, pectoral, pelviana y anal y del número de branquias.

	Media	mín.	máx.	n
Aleta dorsal	16,02	14,00	18,00	52
Aleta pectoral	15,65	14,00	17,00	52
Aleta pelviana	7,00	7,00	7,00	52
Aleta anal	14,18	13,00	18,00	52
Branquias	30,58	26,00	37,00	52

En la tabla 3.2 se muestran los resultados obtenidos del análisis de las medidas merísticas correspondientes al número de radios blandos de las aletas dorsal, pelviana, pectoral y anal, y del número de branquias de una muestra procedente de Marruecos.

Tabla 3.2.- Valores medios, mínimo y máximo del número de radios de las aletas dorsal, pectoral, pelviana y anal y del número de branquias para Marruecos.

	Media	mín.	máx.	N
Aleta dorsal	15,77	12,00	18,00	96
Aleta pectoral	15,49	15,00	17,00	96
Aleta pelviana	7,00	7,00	7,00	96
Aleta anal	13,92	10,00	17,00	96
Branquias	30,06	27,00	36,00	96

Los individuos analizados no presentaron diferencias significativas en el número medio de radios de todas las aletas entre las muestras de Canarias y Marruecos, ni entre el número medio de branquispinas (t -test, $P > 0,1$). El rango del número de radios de las aletas y del número de branquispinas no mostró diferencias significativamente entre las muestras de Canarias y Marruecos (Z -test no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, $P > 0,1$).

3.2.- Descriptores.

El número de ejemplares muestreados cada mes por sexo y rango de tallas se presenta en la tabla 3.3.

Tabla 3.3.- Muestras analizadas por meses, sexo y rango de talla.

	Indeterminados		Machos		Hembras		Total	
	N	rango talla (mm)	n	rango talla (mm)	n	rango talla (mm)	n	rango talla (mm)
A	16	49-54	175	55-127	152	55-129	343	49-129
M	0		102	76-120	85	80-121	187	76-121
J	0		86	56-140	94	56-146	180	56-146
J	0		32	97-126	21	106-122	53	97-126
A	0		83	67-132	172	68-140	255	67-140
S	0		37	55-82	52	60-86	89	55-86
O	11	46-55	98	55-87	94	55-94	203	46-94
N	61	41-55	76	56-95	113	57-99	250	41-99
D	13	46-55	56	56-95	106	55-100	175	46-100

De los 1735 individuos examinados, 101 fueron considerados indeterminados macroscópicamente correspondiendo a individuos de tallas inferiores a 55 mm que no fueron analizados histológicamente. Los animales variaron en talla desde 41 hasta 146 mm de longitud total (Fig. 3.1).

De los 1634 individuos examinados microscópicamente, correspondientes a todos los individuos de tallas superiores a 55 mm, 745 (45,46 %) fueron machos y 889 (54,54 %)

hembras. Los animales variaron en talla desde 55 hasta 146 mm de longitud total. Los machos oscilaron entre 55 y 140 mm y las hembras desde 55 hasta 146 mm (Fig. 3.2).

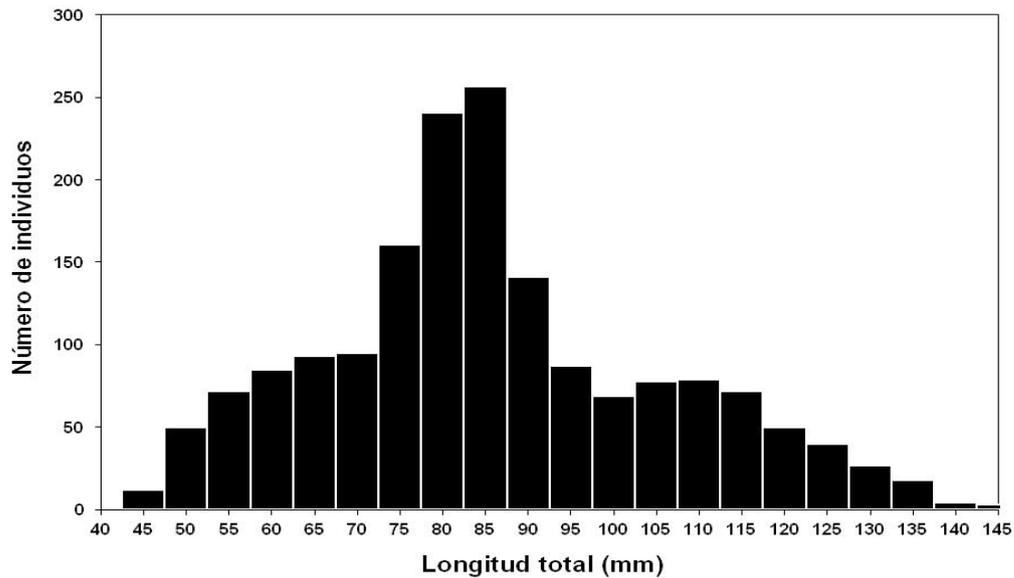


Fig. 3.1.- Distribución de frecuencias de talla para el total de individuos analizados.

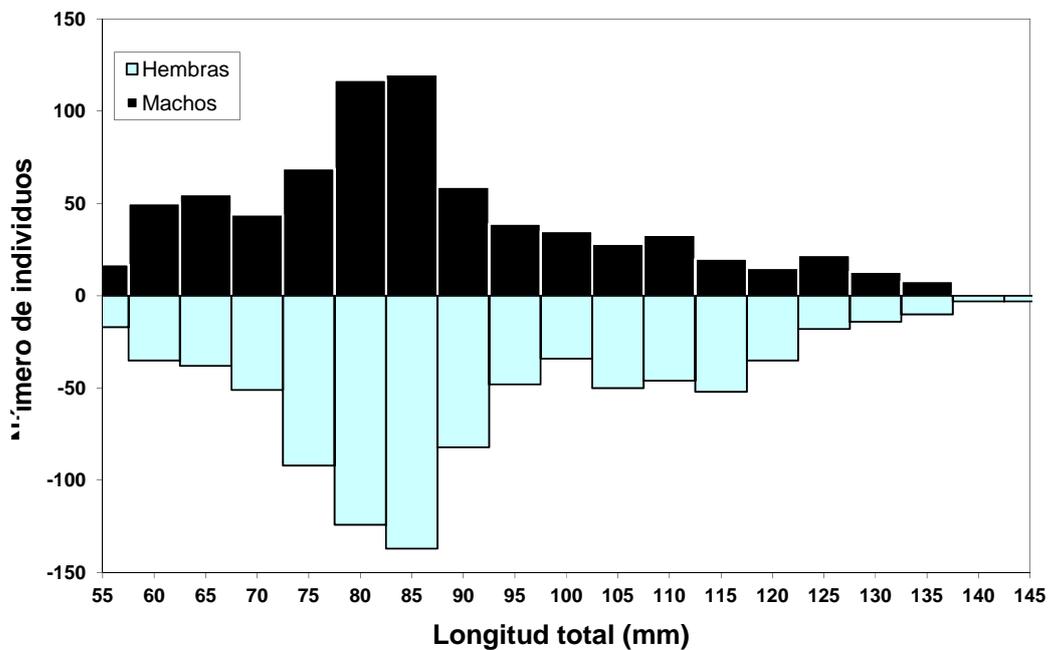


Fig. 3.2.- Distribución de frecuencias de talla para machos y hembras analizados histológicamente.

Los individuos analizados presentaron diferencias significativas en la longitud total media entre machos (86,33 mm) y hembras (89,77 mm) (*t*-test, $t=-3,332$; $P<0,0001$). El rango de longitudes totales mostró diferencias significativamente entre sexos (*Z*-test no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, $Z=1,573$; $P<0,014$). El rango de pesos totales también mostró diferencias significativamente entre sexos (*Z*-test no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, $Z=2,338$; $P<0,0001$).

3.3.- Relaciones talla-peso.

En la tabla 3.4 se presentan los parámetros de la relación longitud total *versus* peso total para los machos (Fig. 3.3), las hembras (Fig. 3.4) y el total de ejemplares (Fig. 3.5) analizados. El coeficiente de alometría analizado mediante el test-*t* de Student, puso de manifiesto que los machos presentaron una relación talla-peso isométrica. Sin embargo, las hembras y el total de los ejemplares analizado mostró una relación alométrica positiva ($t > t_{0,05,n-2} > 500 = 1,98$).

Tabla 3.4.- Parámetros de la relación longitud total-peso total por sexo. s.d.(b) es la desviación estándar del coeficiente de alometría, n es el número de individuos y valor *t* es el valor del *t*-test estimado.

	a	b	s.d.(b)	r ²	n	t-valor
Machos	0,00000535	3,031	0,023	0,960	745	1,34
Hembras	0,00000500	3,050	0,200	0,962	889	2,50*
Total	0,00000358	3,122	0,014	0,968	1634	8,71*

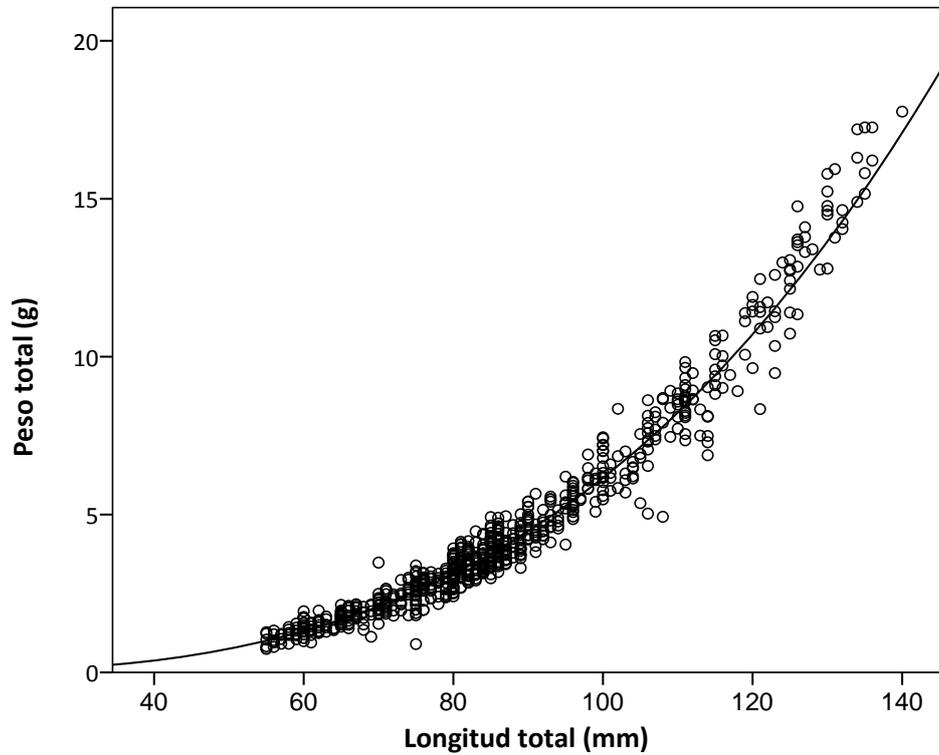


Fig. 3.3.- Relación longitud-total peso total para los machos analizados.

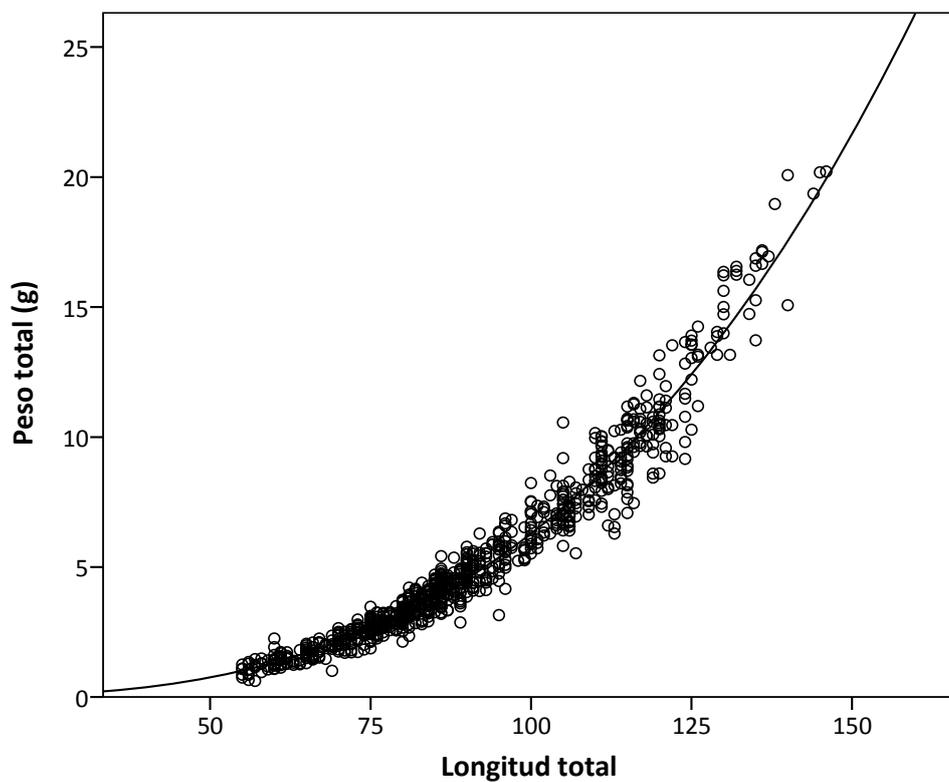


Fig. 3.4.- Relación longitud-total peso total para las hembras analizadas.

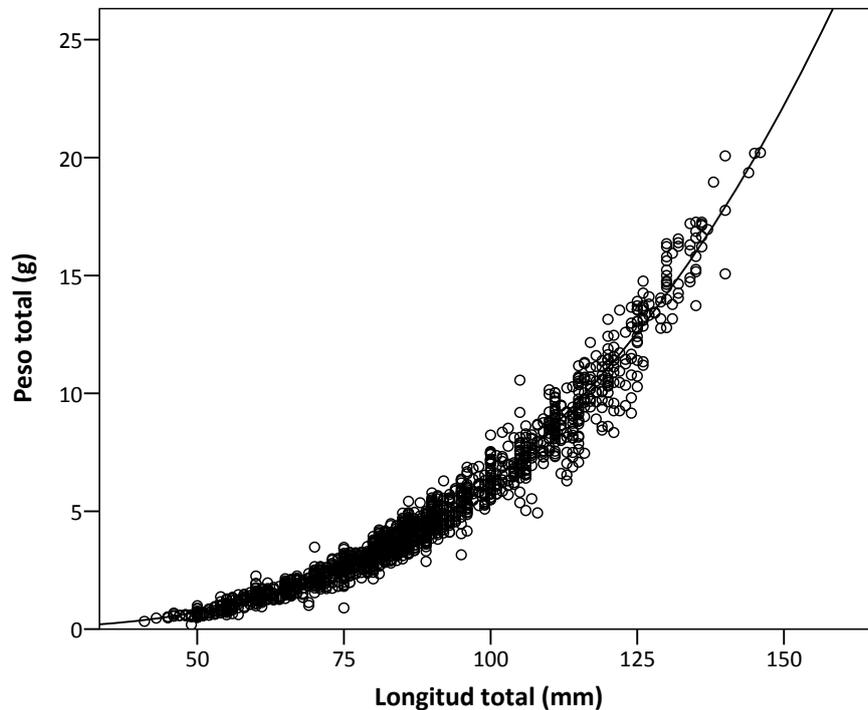


Fig. 3.5.- Relación longitud total-peso total para el conjunto de los individuos analizados.

3.4.- Relaciones talla-talla.

En la tabla 3.5 se presentan los parámetros de la relación longitud total *versus* longitud furcal para los machos (Fig. 3.6), las hembras (Fig. 3.7) y el total de ejemplares (Fig. 3.8). El coeficiente de alometría analizado puso de manifiesto que los machos, las hembras y todos los individuos de forma conjunta presentaron una relación longitud total-longitud furcal alométrica negativa ($t > t_{0,05,n-2} = 1,98$).

Tabla 3.5.- Parámetros de la relación longitud total-longitud furcal por sexo. s.d.(b) es la desviación estándar del coeficiente de alometría, n es el número de individuos y valor t es el valor del t-test estimado.

	a	b	s.d.(b)	r ²	n	t-valor
Machos	-1,535	0,936	0,004	0,994	745	16,0*
Hembras	-1,812	0,938	0,003	0,994	889	20,7*
Total	-1,583	0,936	0,002	0,995	1634	32,0*

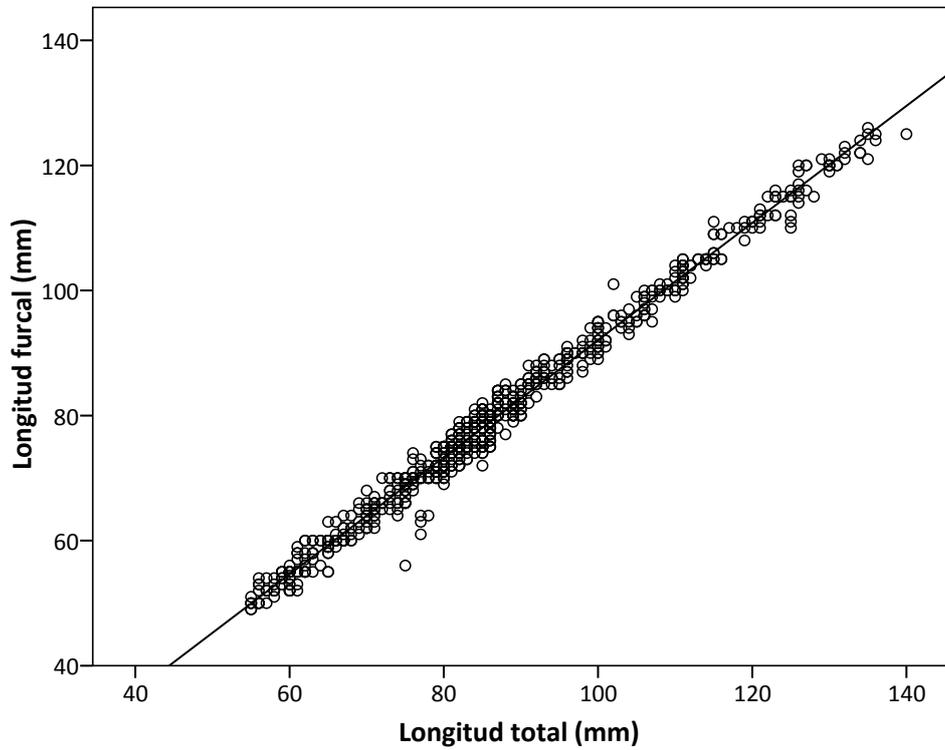


Fig. 3.6.- Relación longitud total-longitud furcal para los machos analizados.

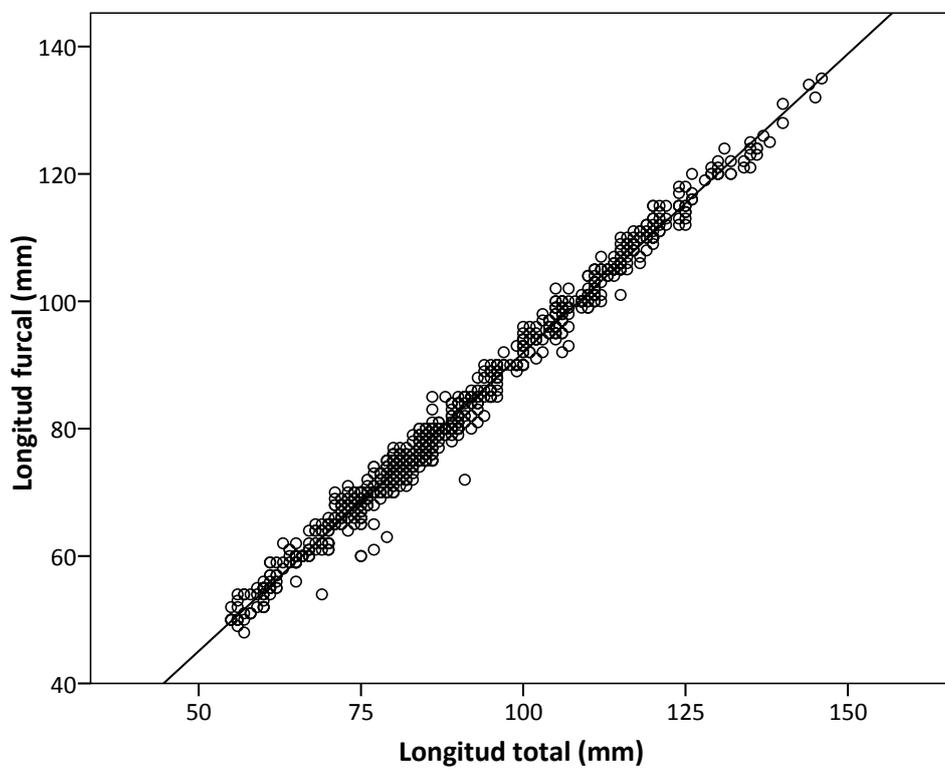


Fig. 3.7.- Relación longitud total-longitud furcal para las hembras analizadas.

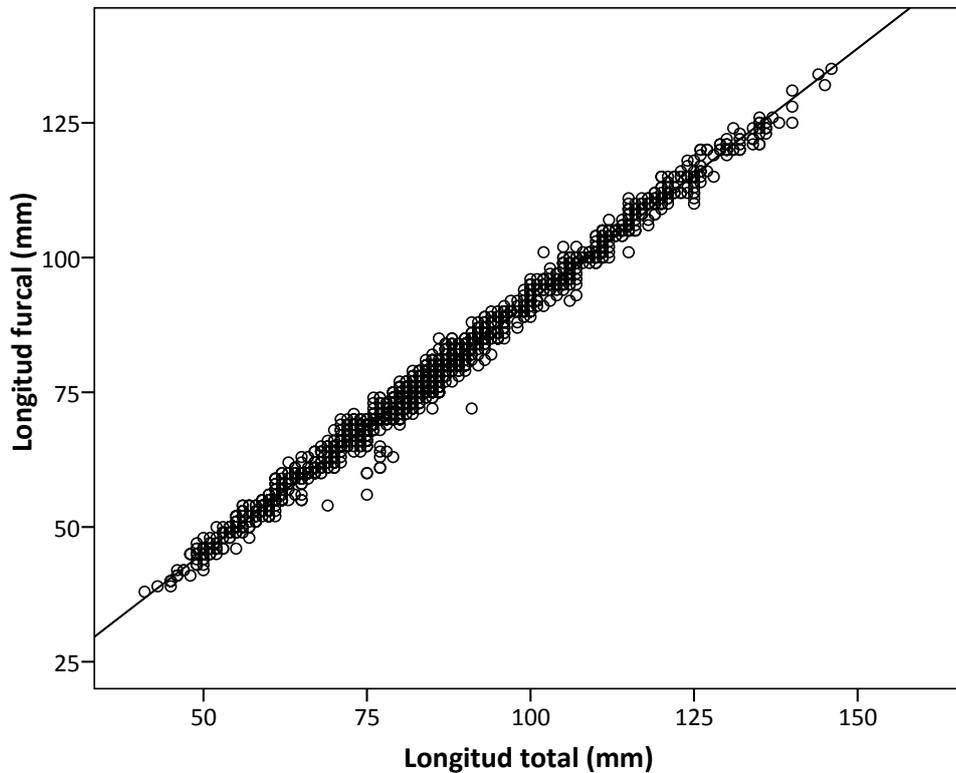


Fig. 3.8.- Relación longitud total-longitud furcal para todos los individuos analizados.

3.5.- Tipología sexual.

En *Engraulis encrasicolus* las gónadas están suspendidas por un tejido mesentérico en la región posterior de la cavidad visceral. En los machos, los testículos son alargados, y en las hembras, los ovarios son alargados y ovoides. Ambos lóbulos se encuentran desarrollados por igual.

El análisis histológico de las gónadas demostró que los individuos solo presentaban tejido ovárico (Fig. 3.9) o tejido testicular (Fig. 3.10), no mostrando signos de inversión sexual o de hermafroditismo. No se observaron evidencias externas de dimorfismo sexual.



Fig. 3.9.- Sección transversal de un ovario.

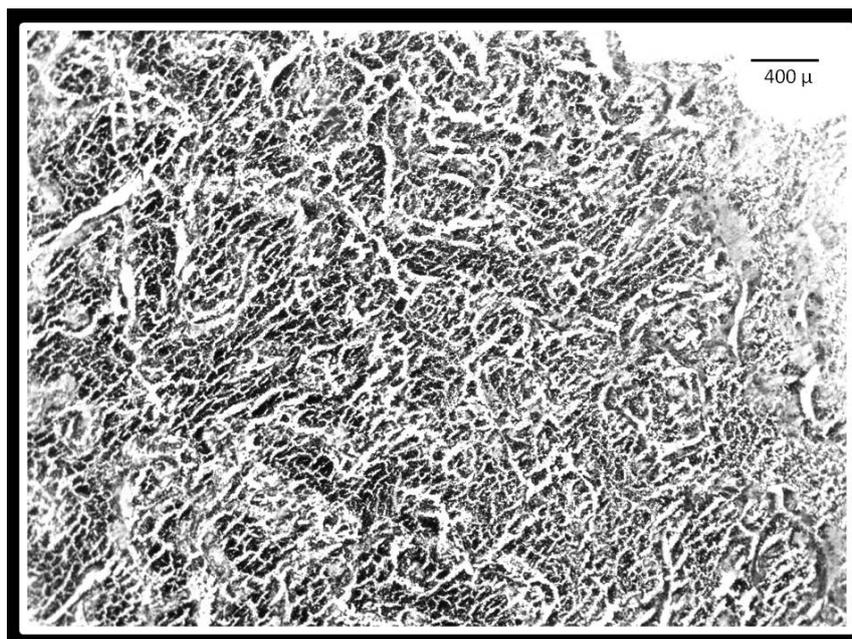


Fig. 10.- Sección transversal de un testículo.

Las gónadas de esta especie muestran diferencias significativas entre sexos ($P < 0.01$). El peso medio de los testículos se incrementa desde 0,016 g en estado II hasta 0,14 g en estado IV, y el rango del porcentaje del peso del testículo con respecto al peso total oscila entre 0,00019 y 7,85%. En las hembras los ovarios alcanzan su mayor desarrollo en estado IV, con un peso medio de los ovarios que varía desde 0,11 g en estado II hasta 0,18 g en estado IV. El rango del porcentaje de la relación entre el peso del ovario y el peso total oscila entre 0,00017 y 8,77%.

3.6.- Sex ratio.

La sex-ratio fue de 1 macho por cada 1,19 hembras, siendo la diferencia observada significativa de la relación teórica 1:1 (Pearson χ^2 -test, $\chi^2 = 12,69 > \chi_{t\ 1,0,05}^2 = 3,84$; $P < 0,0001$).

La sex-ratio por trimestre (Tabla 3.6) sólo mostró diferencias significativas en el tercer y cuarto trimestre del año (Pearson χ^2 -test, $\chi^2 > \chi_{t\ 1,0,05}^2 = 3,84$; $P < 0,05$).

Tabla 3.6.- Número de machos, hembras y sex-ratio por trimestre.
 χ^2 es el valor del test de Pearson.

Trimestre	Machos	Hembras	Sex-ratio	χ^2
2	363	331	1:0,91	1,48
3	152	245	1:1,61	21,79*
4	230	313	1:1,36	12,69*

La sex-ratio por intervalo de talla solo mostro diferencias significativas de la relación teórica 1:1 en los intervalos comprendidos entre 105 y 120 mm (Pearson χ^2 -test, $\chi^2 > \chi_{t\ 1,0,05}^2 = 3,84$; $P < 0,05$) (Tabla 3.7). En las clases de tallas inferiores a 100 mm de longitud total no se observaron diferencias significativas en el número de machos y de hembras (Pearson χ^2 -test $\chi^2 < 3,7 < \chi_{t\ 0,05;1}^2 = 3,84$; $P > 0,05$).

Tabla 3.6.- Número de machos, hembras y sex-ratio por clase de talla y total. χ^2 es el valor del test de Pearson.

Clase de talla (mm)	Machos	Hembras	Sex-ratio	χ^2
55	17	17	1:1,00	0,00
60	50	35	1:0,70	2,65
65	55	38	1:0,69	3,11
70	44	51	1:1,16	0,52
75	69	92	1:1,33	3,29
80	117	124	1:1,06	0,20
85	120	137	1:1,14	1,12
90	59	82	1:1,39	3,75
95	39	48	1:1,23	0,93
100	35	34	1:0,97	0,01
105	28	50	1:1,79	6,21*
110	33	46	1:1,39	2,14
115	20	52	1:2,60	14,2*
120	15	35	1:2,33	8,00*
125	22	18	1:0,82	0,40
130	13	14	1:1,08	0,04
135	8	10	1:1,25	0,22
140	1	3	1:3,00	1,00
145	0	3		
Total	745	889	1:1,19	12,69*

3.7.- Época de puesta.

Todos los estados macroscópicos de desarrollo de la gónada masculina fueron observados durante el periodo muestreado. La proporción de los estados de madurez de los machos varió con los meses (Fig. 3.11). Los machos con gónadas en prepuesta fueron observadas en todos los meses analizados. Gónadas en puesta fueron observadas en todos los meses analizados. Los machos en postpuesta fueron observados principalmente en junio, noviembre y diciembre.

Todos los estados macroscópicos de desarrollo de la gónada femenina fueron observados durante el periodo muestreado. La proporción de los estados de madurez de las hembras varió con los meses (Fig. 3.12). Las hembras con gónadas en prepuesta fueron observadas en todos los meses analizados. Gónadas en puesta fueron

observadas en todos los meses analizados. Las hembras en postpuesta fueron observadas principalmente en mayo, junio y diciembre.

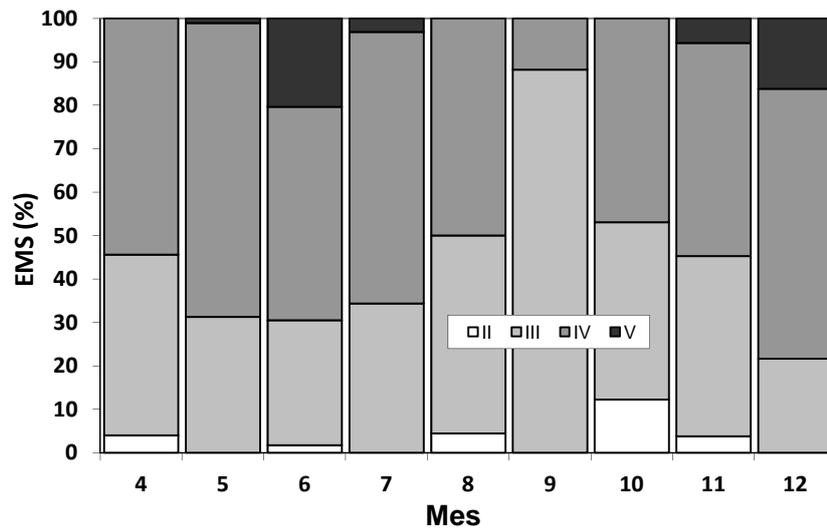


Fig. 3.11.- Evolución mensual de los EMS para los machos analizados.

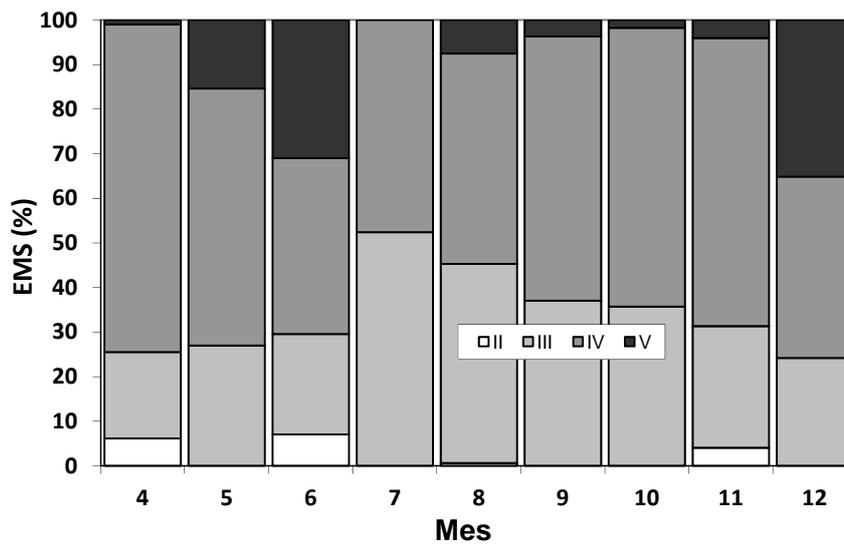


Fig. 3.12.- Evolución mensual de los EMS para las hembras analizadas.

Los valores medios del índice gonadosomático fueron altos durante todo el periodo de estudio tanto para machos como para hembras (Fig. 3.13 y 3.14). Se observaron valores individuales del índice gonadosomático elevados durante todo el periodo de estudio para ambos sexos (Fig. 3.15 y Fig. 3.16).

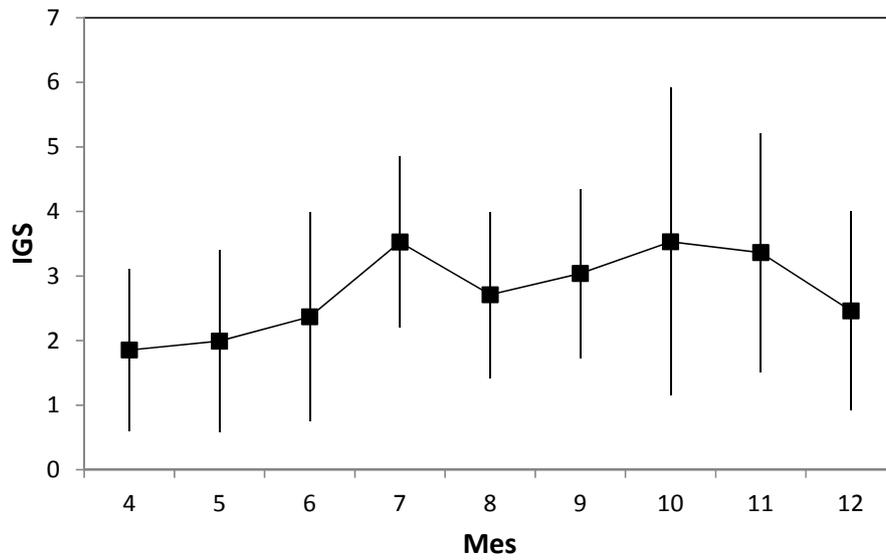


Fig. 3.13.- Evolución mensual del IGS medio para los machos analizados.

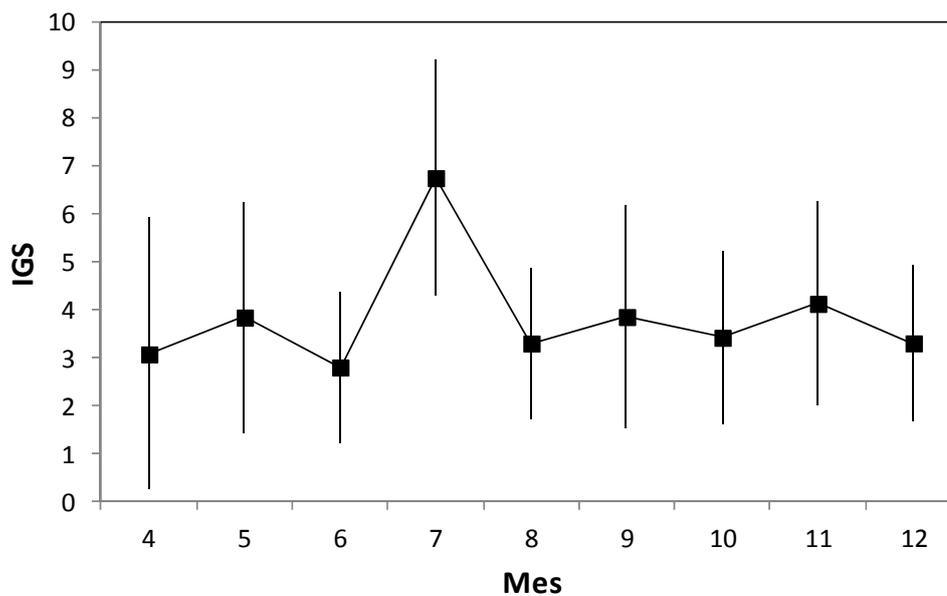


Fig. 3.14.- Evolución mensual del IGS medio para las hembras analizadas.

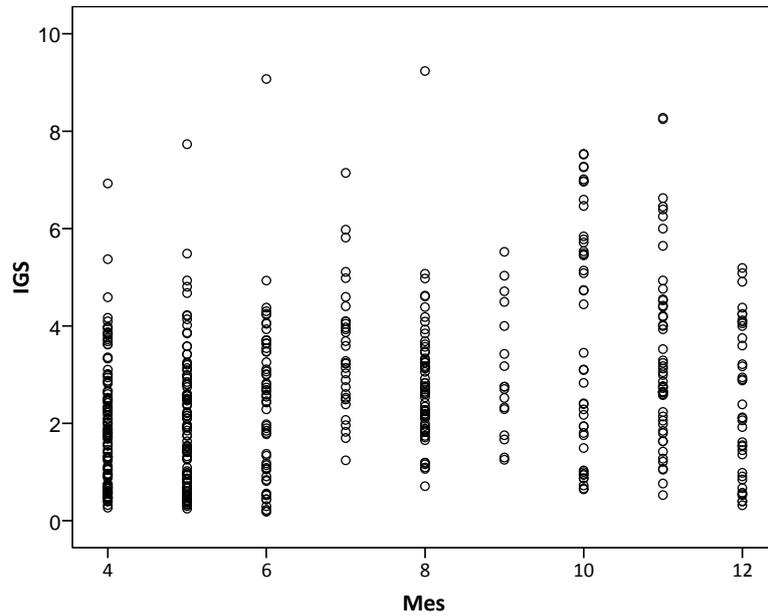


Fig. 3.15.- Evolución mensual de los valores individuales del IGS para los machos analizados.

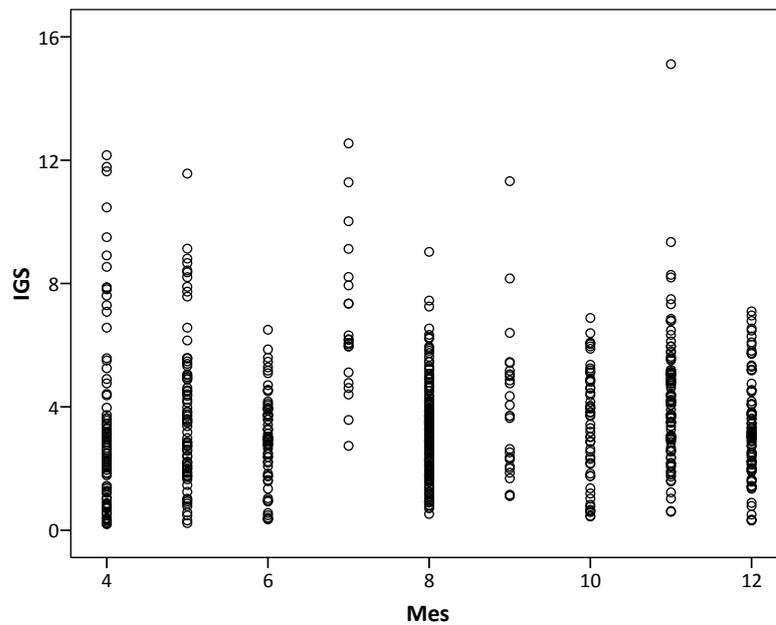


Fig. 3.16.- Evolución mensual de los valores individuales del IGS para las hembras analizadas.

Los ovarios con ovocitos en estado de cromatina nucleolar y en estado perinucleolar fueron observados durante todo el periodo de estudio (Fig. 3.17). Ovocitos en estado de alveolo cortical fueron observados, también, durante todos los meses analizados. Ovocitos en vitelogénesis inicial fueron observados en los nueve meses analizados, predominando en julio, agosto y septiembre. Ovocitos en estado de vitelogénesis avanzada fueron observados durante todo el periodo analizado predominando en abril, mayo y junio, y en octubre y noviembre (Fig. 3.18). Los ovocitos maduros fueron observados en los nueve meses analizados, aunque fueron más abundantes en mayo-junio y noviembre-diciembre (Fig. 3.19). Como consecuencia del proceso de deshidratación en muchas ocasiones los ovocitos maduros aparecieron como colapsados o irregulares. La presencia de folículos post ovulatorios fue observada en varios meses durante el periodo analizado poniendo de manifiesto el desove de los individuos.

Los ovocitos atrésicos fueron observados en las muestras a lo largo de todo el periodo analizado en ovarios en diferentes fases de desarrollo (Fig. 3.20). Los ovocitos atrésicos fueron observados en ovarios en fase de alveolo cortical y perinucleolar. Ovocitos atrésicos, también, fueron observados en ovarios de hembras en vitelogénesis avanzada, maduras y con folículos post ovulatorios, afectando a los ovocitos en vitelogénesis inicial, avanzada o maduros, iniciándose el proceso de atresia con la ruptura de la zona radiada. Ovarios con atresia masiva fueron observados principalmente en mayo-junio y noviembre-diciembre.

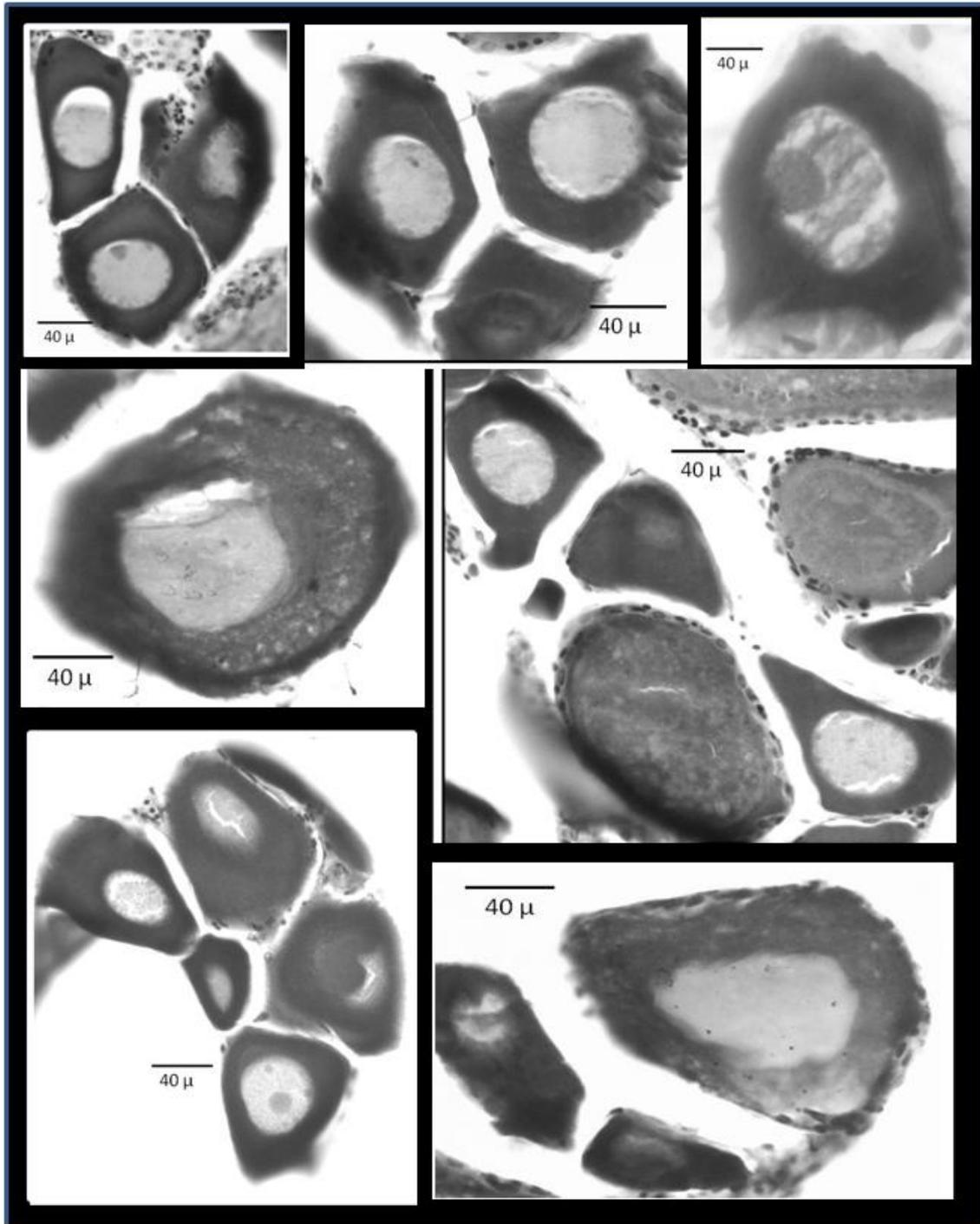


Fig. 3.17.- Ovocitos en fase de cromatina nucleolar y perinucleolar.

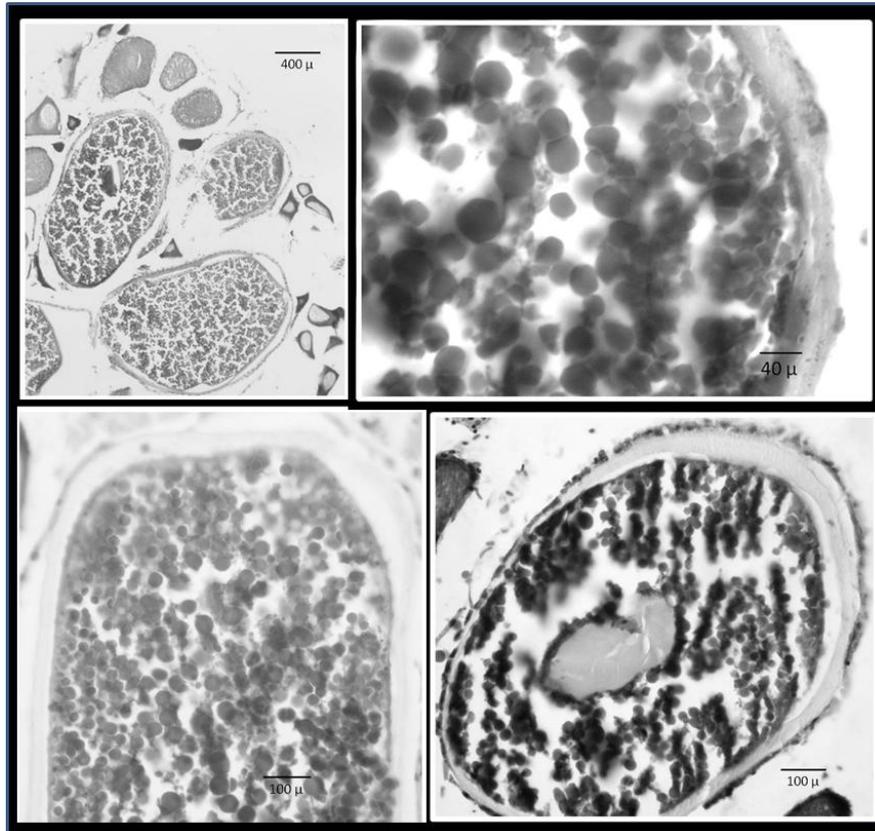


Fig. 3.18.- Ovocitos en fase de vitelogénesis.

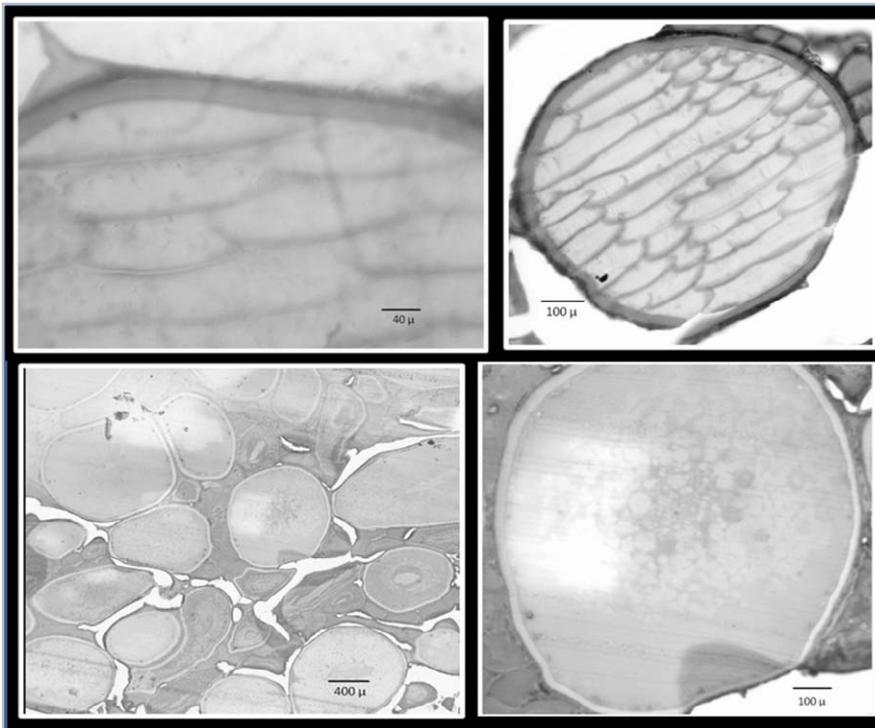


Fig. 3.19.- Ovocitos en fase madura.

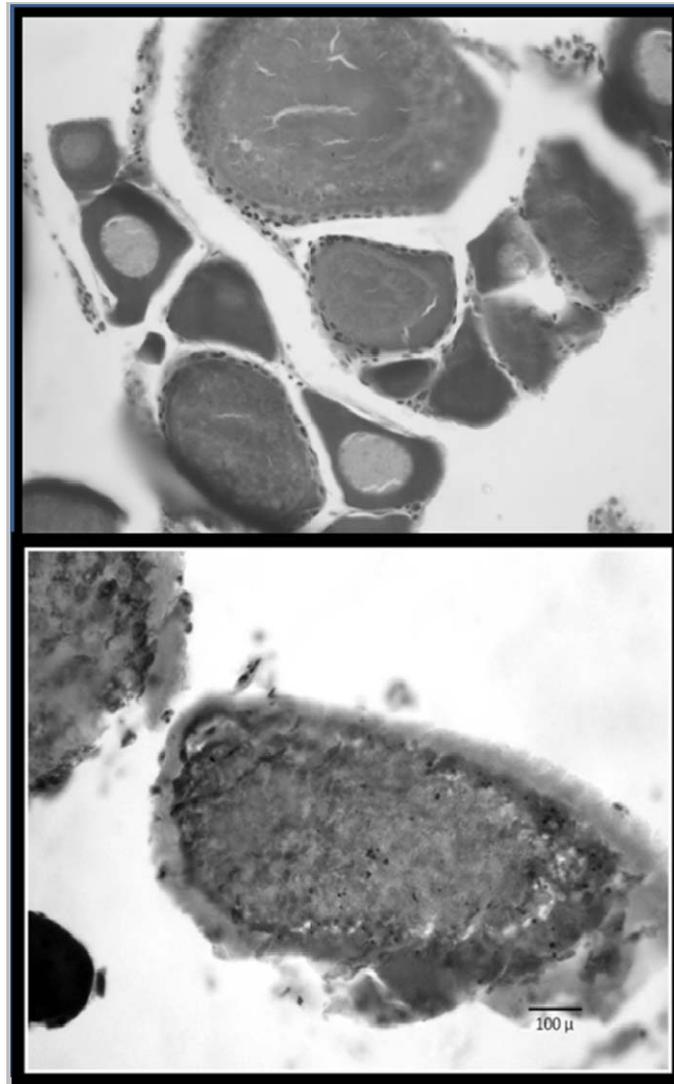


Fig. 3.20.- Ovocitos con signos de atresia.

3.8.- Madurez sexual.

El macho con signos de madurez y la hembra de menor talla con signos de vitelogénesis avanzada presentaron longitudes totales de 59 and 61 mm de longitud total, respectivamente. En la figura 3.21 se presentan las ojivas de madurez sexual para machos y hembras estimadas en base a los estados de madurez sexual (III-V). La longitud media de primera madurez sexual para machos y hembras fue 90 y 83 mm de

longitud total, respectivamente (Fig. 3.21). La longitud media de madurez masiva para machos y hembras fue 128 y 110 mm de longitud total, respectivamente.

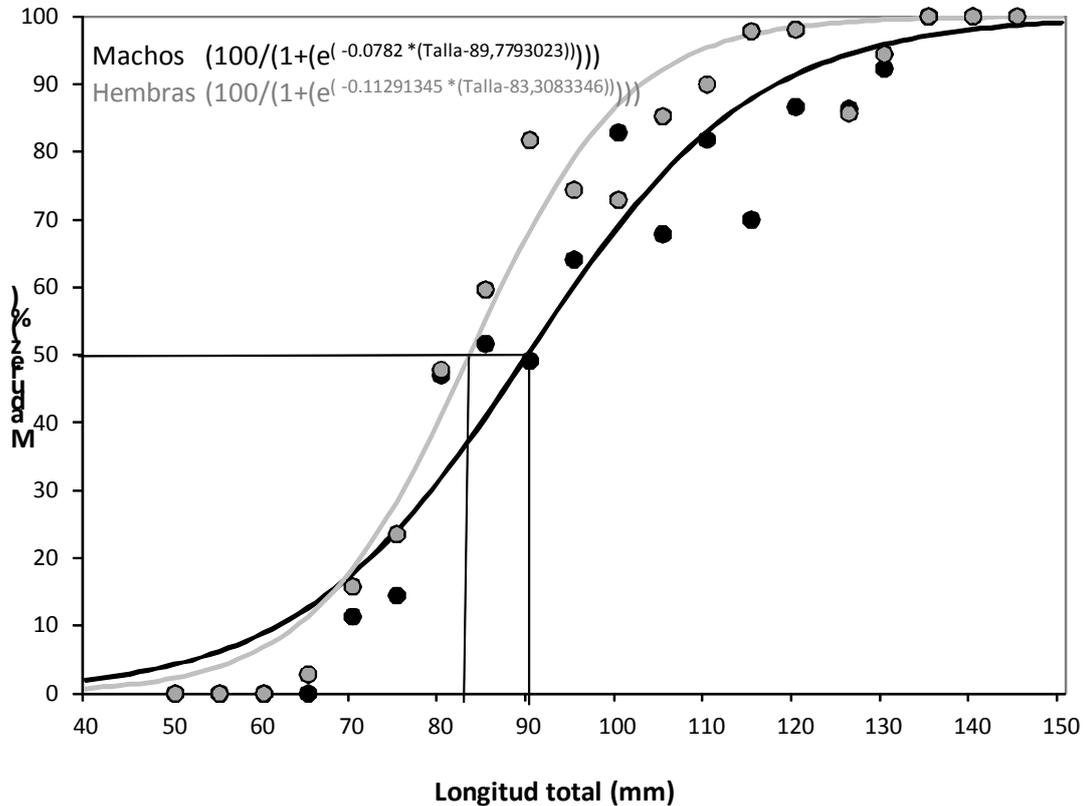


Fig. 3.21.- Ojivas de madurez para los machos y las hembras en base a los estados de madurez sexual III-V.

En la figura 3.22 se presentan las ojivas de madurez sexual para machos y hembras estimadas en base al índice gonadosomático (>1.5%). La longitud media de primera madurez sexual para machos y hembras fue 86 y 78 mm de longitud total, respectivamente (Fig. 3.22). La longitud media de madurez masiva para machos y hembras fue 131 y 115 mm de longitud total, respectivamente.

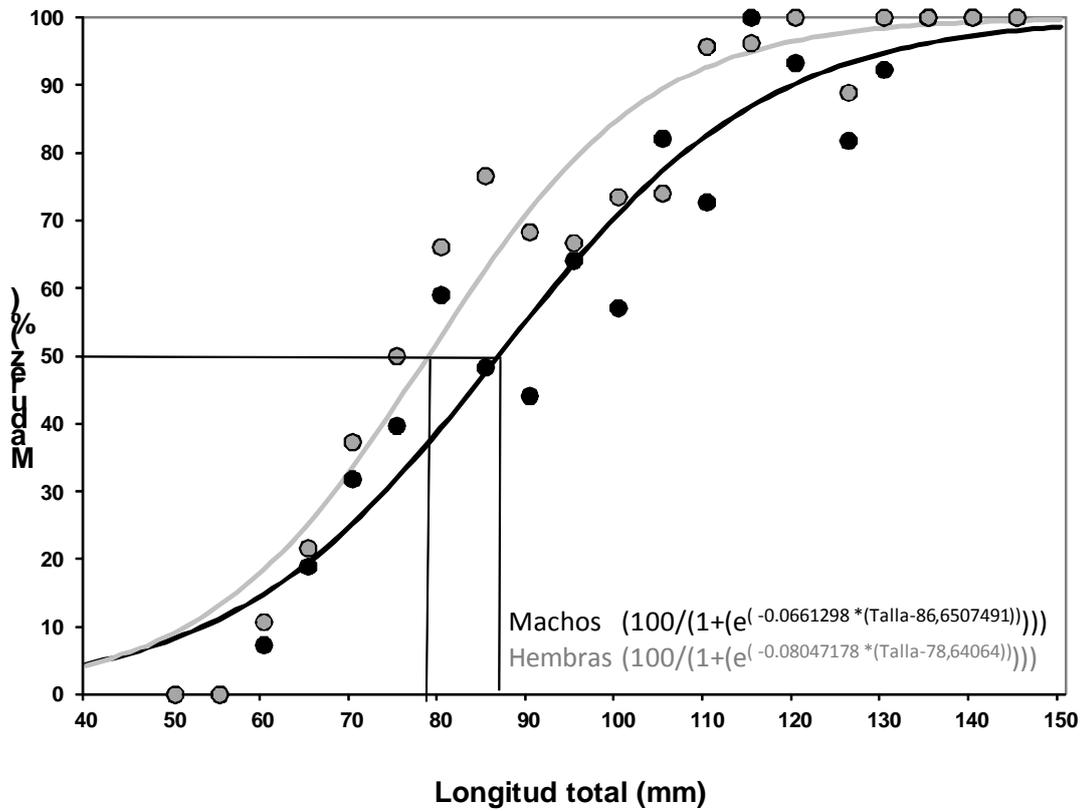


Fig. 3.22.- Ojivas de madurez para los machos y las hembras en base al IGS (>1,5).

En la figura 3.23 se presentan las ojivas de madurez sexual para machos y hembras estimadas en base al índice gonadosomático (>2.0%). La longitud media de primera madurez sexual para machos y hembras fue 95 y 96 mm de longitud total, respectivamente (Fig. 3.23). La longitud media de madurez masiva para machos y hembras fue 148 y 142 mm de longitud total, respectivamente.

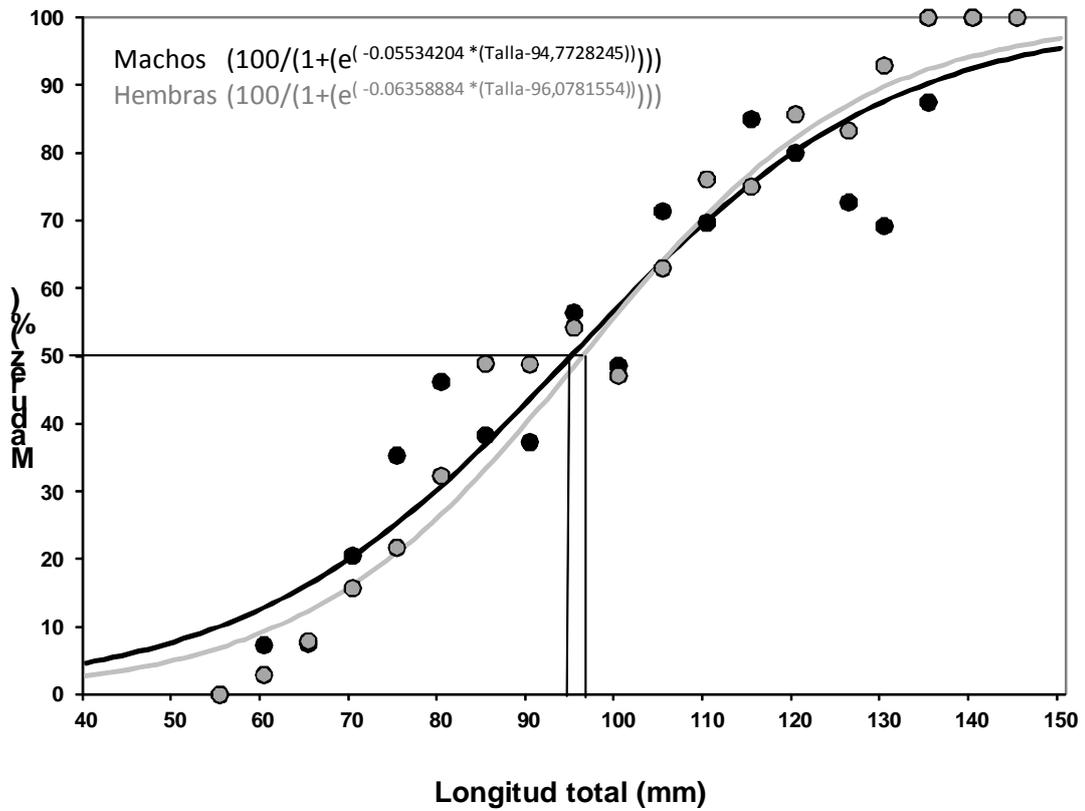


Fig. 3.23.- Ojivas de madurez para los machos y las hembras en base al IGS (>2.0).

En la figura 3.24 se presentan las ojivas de madurez sexual para machos y hembras estimadas en base al índice gonadosomático (>2.5%). La longitud media de primera madurez sexual para machos y hembras fue 105 y 101 mm de longitud total, respectivamente (Fig. 3.24).

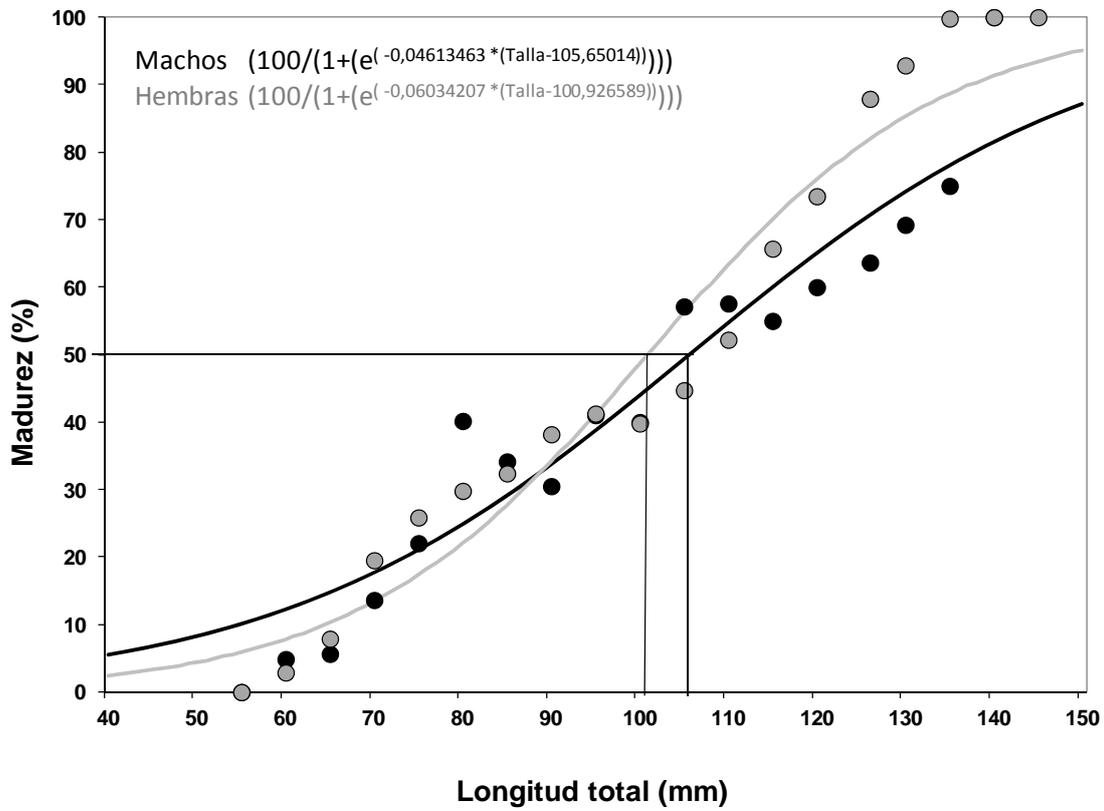


Fig. 3.24.- Ojivas de madurez para los machos y las hembras en base al IGS (>2.5).

En la figura 3.25 se presentan las ojivas de madurez sexual para machos y hembras estimadas en base a los estados de madurez histológicos (V-VII). La longitud media de primera madurez sexual para machos y hembras fue 94 y 93 mm de longitud total, respectivamente (Fig. 3.25). La longitud media de madurez masiva para machos y hembras fue 132 y 125 mm de longitud total, respectivamente.

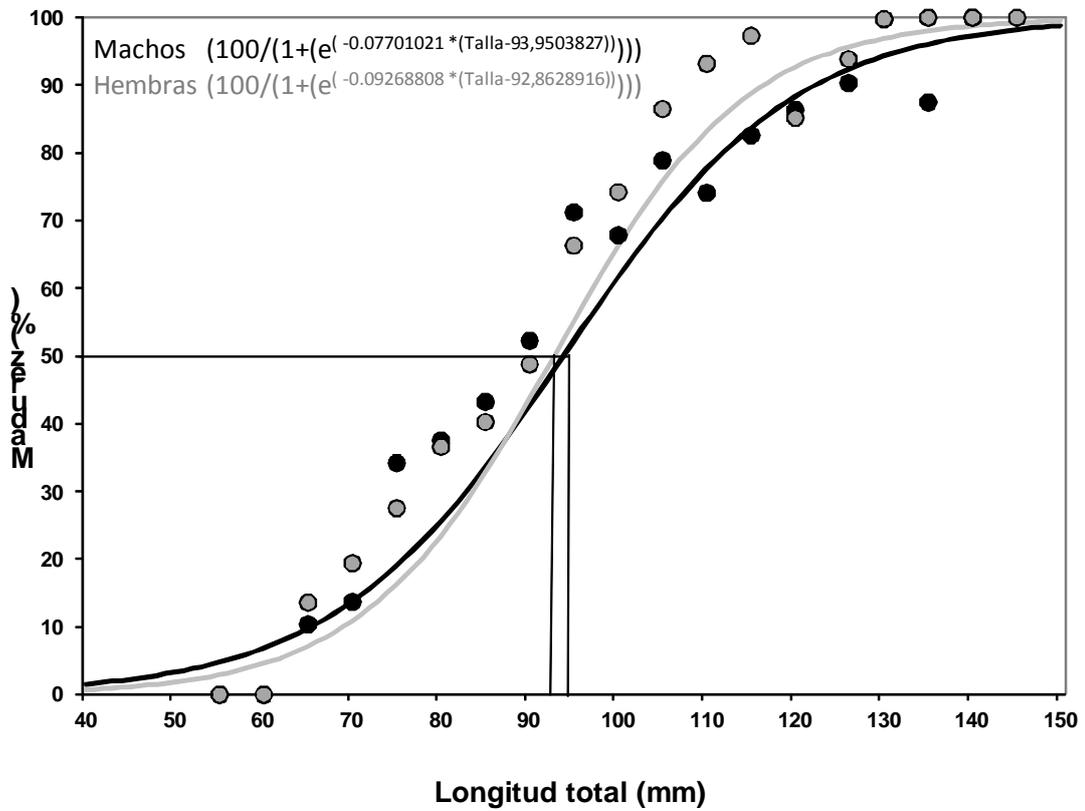


Fig. 3.25.- Ojivas de madurez para los machos y las hembras en base a los estados de madurez histológicos V-VII.

4.- PROPUESTA DE TALLA MÍNIMA DE CAPTURA (TMC).

Con el fin de garantizar que, al menos, el 50% de los individuos hayan podido realizar un evento reproductor y, teniendo en cuenta que la especie muestra una época de puesta que engloba, como mínimo, los nueve meses analizados y que exhibe una tipología gonocórica, se recomienda que la Talla Mínima de Captura nunca sea inferior a los 95 mm de longitud total.

No obstante, se propone que la Talla Mínima de Captura óptima para el caladero canario se establezca en los 105 mm de longitud total. Desde una perspectiva precautoria y conservadora del recurso, esta talla correspondería al 75% de la madurez sexual estimada en base a estados histológicos que consideran individuos maduros a partir del estadio de vitelogénesis avanzada.

5. RECOMENDACIONES.

1.- Sería necesario disponer de las muestras correspondientes a los 3 meses siguientes (enero, febrero y marzo de 2012) con el objetivo de contar con un ciclo anual completo que permita verificar los resultados obtenidos en este estudio. Esto se justifica porque el periodo analizado comprendió 9 meses y se han observado individuos en estado de maduración sexual durante todos los meses analizados (abril a diciembre de 2011).

2.- Sería conveniente comparar genéticamente las muestras de Canarias y Marruecos para determinar si se pueden considerar parte o no de la misma población, dado que no se puede descartar, de momento, la llegada de esta especie, en fase larvaria o adulta, hasta Canarias desde la costa africana a través de filamentos.

Las Palmas de Gran Canaria, a 18 de enero de 2012.

Grupo de investigación en Ecología Marina Aplica y Pesquerías (EMAP) de la
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Dr. José A. González
Coordinador científico

Dr. José G. Pajuelo
Investigador principal