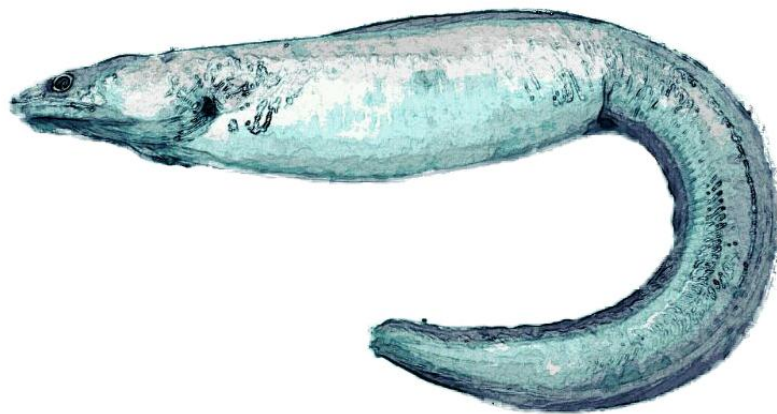




UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE
GRAN CANARIA

Nuevos Datos Biométricos y Contribución a la
Biología Reproductora de *Myroconger*
Compressus (Osteichthyes: Anguilliformes:
Myrocongridae) de Las Islas Cabo Verde



TOMÁS GONZÁLEZ HERRERA

Trabajo Fin de Máster

2012/2013

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

MÁSTER EN GESTIÓN SOSTENIBLE DE RECURSOS PESQUEROS

2011/2012

**NUEVOS DATOS BIOMÉTRICOS Y CONTRIBUCIÓN A LA
BIOLOGÍA REPRODUCTORA DE *MYROCONGER COMPRESSUS*
(OSTEICHTHYES: ANGUILLIFORMES: MYROCONGRIDAE) DE
LAS ISLAS DE CABO VERDE**


TRABAJO FIN DE MÁSTER

Presentado por: D. Tomás González Herrera


Dirigido por: Dr. D. José A. González Pérez y Dr. D. José M. González Pajuelo


| | | |
|----------------------------|------------------------------|------------------------|
| Dr. José A. González Pérez | Dr. José M. González Pajuelo | Tomás González Herrera |
| Director | Director | Masterando |

Las Palmas de Gran Canaria, Noviembre de 2012



*Al océano azul,
ese fascinante universo que me absorbe bajo sus encantos
y alimenta mis ganas de descubrir*





“¿Qué es un científico, después de todo? Es un hombre curioso que mira a través de una cerradura, la cerradura de la naturaleza, tratando de saber lo que está pasando”

(Jacques Cousteau)



ÍNDICE

| | |
|----------------------------------|-----|
| ÍNDICE | i |
| TÍTULO, RESUMEN Y PALABRAS CLAVE | ii |
| TITLE, ABSTRACT AND KEYWORDS | iii |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. MATERIAL Y MÉTODOS | 4 |
| 3. RESULTADOS | 14 |
| 3.1. Descriptores | 14 |
| 3.2. Relación talla-peso | 16 |
| 3.3. Parámetros biométricos | 17 |
| 3.4. Distribución vertical | 22 |
| 3.5. Tipología sexual | 23 |
| 3.6. Sex-ratio | 24 |
| 3.7. Periodo reproductor | 25 |
| 3.8. Madurez sexual | 31 |
| 4. DISCUSIÓN | 32 |
| 5. CONCLUSIÓN | 38 |
| AGRADECIMIENTOS | 39 |
| BIBLIOGRAFÍA | 40 |

Nuevos Datos Biométricos y Contribución a la Biología Reproductora de *Myroconger compressus* (Osteichthyes: Anguilliformes: Myrocongridae) de las Islas Cabo Verde

Tomás González-Herrera*

*Máster en Gestión Sostenible de Recursos Pesqueros, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) (tgonher@gmail.com).

Resumen

Myroconger compressus es una especie poco frecuente de congrio cuya restringida distribución tropical le confiere la categoría de endemismo. El presente estudio aporta nuevos ejemplares procedentes de Cabo Verde y amplía considerablemente la información conocida sobre la especie que apenas contaba con una redescipción del holotipo y un espécimen incompleto (Smith, 1984, 1989). Un total de 78 ejemplares fueron capturados mediante nasas entre junio del 2009 y julio del 2012. El rango de tallas varió entre 308 y 611 mm de LT. La relación talla-peso se definió por los parámetros $a=0,0000002907$ y $b=3,325$, presentando alometrías positivas en el total de la muestra y por sexos. Las fórmulas radiales fueron estudiadas por primera vez y se completó la fórmula vertebral. No se encontraron diferencias significativas morfológicas entre sexos. La distribución vertical de la muestra no mostró segregación de sexos en profundidad. El análisis histológico se utilizó para verificar la tipología sexual y estados de madurez sexual, establecidos previamente por asignación visual, y verificar la estrategia reproductora de la especie. La especie presentó un patrón sexual propio de especies gonocóricas, donde la formación de espermatozoides y óvulos se produce en individuos separados. La sex-ratio fue (1: 0,48) a favor de las machos y presentó diferencias significativas. El periodo reproductor parece abarcar todo el año con un pico en los meses de verano. Las tallas de primera madurez sexual en el conjunto de la muestra fueron de 476 mm para los estados establecidos histológicamente y 497 mm para asignados de manera macroscópica.

Palabras clave: Myocongridae, *Myroconger compressus*, Datos Biométricos, Reproducción, Cabo Verde.

New biometric data and contribution to the reproductive biology of *Myroconger compressus* (Osteichthyes: Anguilliformes: Myrocongridae) in Cape Verde

Tomás González-Herrera*

* Master in Sustainable Management of Fisheries Resources, University of Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) (tgonher@gmail.com).

Abstract

Myroconger compressus is a rare species of eel whose restricted tropical distribution gives the category of endemism. This study provides new specimens from Cape Verde and significantly expands the information known about this species that barely had a redescription of the holotype and an incomplete specimen (Smith, 1984, 1989). A total of 78 specimens were captured by traps between June 2009 and July 2012. The size range varied between 308 and 611 mm TL. The length-weight relationship was defined by the parameters $b = 3.325$ and $a = 0.0000002907$ presenting positive allometric in the total sample and by sexes separated. The radial formulas were studied for the first time and completed the vertebral formula. No significant morphological differences between the sexes. The vertical distribution of the sample showed no segregation of sexes in depth. Histological analysis was used to verify the sexual tipology and sexual maturity states, previously established by visual allocation, and to verify the reproductive strategy of this species. The sexual species showed a pattern typical of gonochoric species, where the formation of sperm and eggs are produced in separate individuals. The sex ratio was (1: 0.48) in favor of males and showed significant differences. The reproductive period appears to cover the all year with a peak in the summer months. The sizes at maturity in the whole sample were 476 mm for histologically established states and 497 mm for macroscopically assigned states.

Keywords: Myocongridae, *Myroconger compressus*, Biometric data, Reproduction, Cape Verde.

1. INTRODUCCIÓN

Myroconger compressus (Günther, 1870), etimológicamente del griego “*myros, -ou*” (macho de morena) y del latín “*conger*” (congrío) (Romero, 2002), es una especie muy poco frecuente de congrío perteneciente a la familia monotípica Myrocongridae (Fig. 1). La familia Myrocongridae, por una serie de características (huesos frontales separados, reducción de arcos branquiales y poros de la línea lateral, la posición del orificio nasal posterior cerca del borde superior del ojo), se considera actualmente como un grupo primitivo hermano de la familia Clophosidae (= Xenocongridae) y Muraenidae (Nelson, 1984; Smith, 1984, 1989, 1990). Dentro de este grupo sólo otras cuatro especies han sido identificadas (*Myroconger gracilis* Castle, 1991; *Myroconger prolixus* Castle y Béarez, 1995; *Myroconger nigrodentatus* Castle y Béarez, 1995; *M. seychellensis* Karmovskaya, 2006) (Froese y Pauly, 2012).



Fig. 1. Ejemplar de *M. compressus* capturado en aguas de Cabo Verde.

Existen muy pocos ejemplares de estos congrios poco conocidos cuya distribución incluye algunas regiones del Atlántico Oriental, Pacífico Oriental, Pacífico Occidental e Índico. Recientemente ha sido citada una sexta especie, que aún no ha sido descrita (*Myroconger sp.*, Paiva et al., 2011), capturada en el Atlántico Occidental (Brasil).

M. compressus es una especie demersal tropical conocida de unas pocas localidades dispersas por el Atlántico Oriental: Santa Helena, Dakar en Senegal (Smith, 1990), Santo Tomé y Príncipe (Smith, 1990; Afonso et al., 1999, registro sin confirmar), Islas Cabo Verde (Brito et al., 1999; González et al., 2004; Menezes et al., 2004; González y Tariche, 2009) y Vavilov Ridge (Parin et al., 2010) (Fig.2). Los trabajos de González et al. (2004) y González y Tariche (2009) amplían el material recolectado en Cabo Verde hasta casi un centenar de individuos.



Fig. 2. Distribución geográfica conocida de *M. compressus*.

A la vista de su peculiar biogeografía, debe ser considerada como un endemismo de esta región del Atlántico Oriental, con escasa literatura descriptiva y con una redescipción del holotipo y de un espécimen incompleto (Smith, 1984, 1989, 1990, 1999).

M. compressus presenta el cuerpo moderadamente alargado y fuertemente comprimido. El ano o poro urogenital está situado ligeramente antes de la mitad del cuerpo. La aleta caudal es roma y suave. La cabeza es robusta, bien musculada con ojos bien desarrollados. El hocico es ligeramente deprimido. La cavidad bucal es moderadamente grande con mandíbulas casi iguales, sin bridas en los labios carnosos. Los dientes son numerosos, de tamaño moderado y afilados, dispuestos en varias filas en las mandíbulas. Presenta dientes en el vómer en una larga banda de 1 a 3 filas. La fosa nasal anterior es tubular, situada justo detrás de la punta del hocico. La fosa posterior es ovalada con un estrecho borde elevado, situado en frente de la parte superior del ojo. Las aletas dorsal y anal están bien desarrolladas y confluyen en torno a la aleta caudal. La aleta dorsal se origina en la parte frontal de la base de la aleta pectoral. Las aletas pectorales están bien desarrolladas y son ampliamente redondeadas, su base abarca toda la abertura branquial. La abertura branquial es oblicua, de pequeñas dimensiones, pero no tan estrecha como los poros. No presenta escamas. La línea lateral está incompleta con aproximadamente 5 a 7 poros en la parte delantera del canal, situados ligeramente antes y después de las aletas pectorales. Presenta poros en las mandíbulas superior e inferior y la parte delantera del hocico. Los ejemplares conservan muestras de color marrón claro sin marcas. Individuos vivos son de color amarillo o rojizo (Smith, 1999).

Esta especie bentónica ha sido capturada mediante nasas en diversas pescas de prospección dirigidas a crustáceos y peces en aguas profundas entre 100 y 1000 m de profundidad.

El presente estudio aporta nuevos datos biométricos y contribuye a la biología reproductora de *M. compressus*, en el marco de los proyectos PROACTIVA 1-2 (2009-2012) y MARPROF-CV (2011-2013) que han aportado nuevos ejemplares procedentes de Cabo Verde.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron un total de 78 ejemplares de *M. compressus* procedentes de las islas de Cabo Verde (Fig. 3). Los ejemplares fueron capturados entre junio de 2009 y julio de 2012 mediante nasas camaroneras semi-flotantes y bentónicas a profundidades comprendidas entre 108 y 339,5 m. Las nasas camaroneras presentaban unas dimensiones de 56x57x57 cm, con revestimiento de malla rígida romboidal de netlon, con un diámetro de malla de 15x20 mm; provista de una boya individual de flotación rígida de 1 litro, indeformable hasta los 400 m de profundidad para mantener la nasa suspendida por encima del fondo entre 2 y 2,4 m; y dotada de una única entrada lateral o matadero de 19 mm de diámetro (Fig. 4, a). En el caso de las nasas bentónicas, cada nasa presentaba dimensiones de 1x1 m de base y 0,5 m de altura, forrada con una malla metálica con luz de malla de 19 mm, con una única entrada tronco-cónica, dispuesta lateralmente hacia abajo, de 24 y 17 cm de diámetro exterior e interior respectivamente (Fig. 4, b).

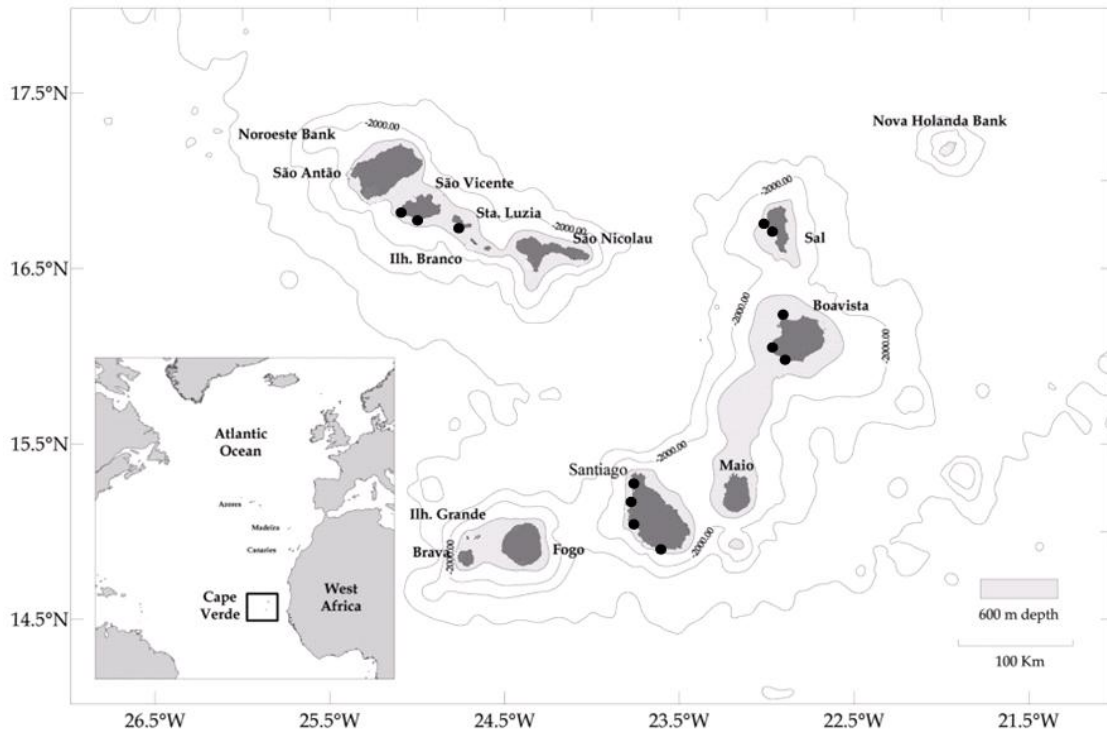


Fig. 3. Archipiélago de Cabo Verde. Localización de las localidades de captura (círculos negros) de los ejemplares muestreados de *M. compressus* (Adaptado de Menezes et al., 2004).

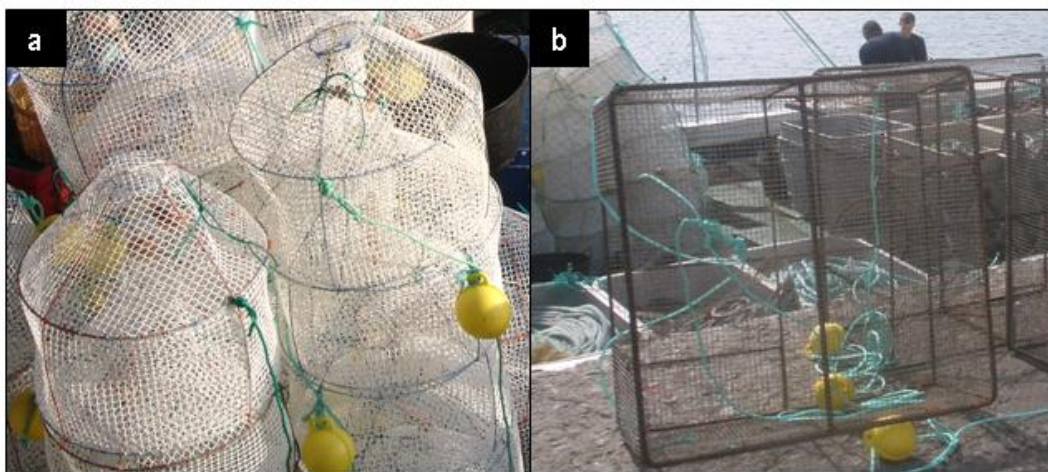


Fig. 4. Tipos de artes de pesca utilizados en las capturas de *M. compressus*: (a) nasa camaronera y (b) nasa bentónica.

Las capturas fueron agrupadas en tres estratos batimétricos (estrato 1, < 175 m; estrato 2, 175-250 m; estrato 3, > 250 m para obtener información acerca de la distribución vertical de la especie. Los datos fueron agrupados en tres cuatrimestres (cuatrimestre 1, enero-abril; cuatrimestre 2, mayo-agosto; cuatrimestre 3, septiembre-diciembre) con la finalidad de obtener un mejor conocimiento de la distribución y aspectos reproductivos (tipología sexual, sex-ratio, época de puesta, madurez sexual) de *M. compressus*.

La metodología utilizada para el estudio biométrico se ha basado en los criterios establecidos por Böhlke (1982, 1989) para Anguilliformes (Fig. 5).

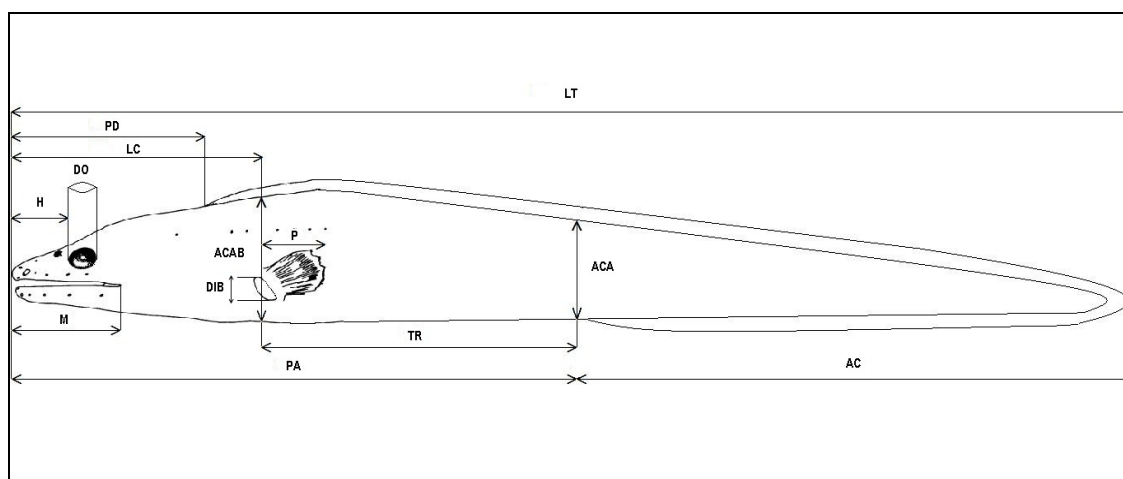


Fig. 5. Esquema de las medidas tomadas en *M. compressus*. Abreviaturas: AC, longitud de la aleta caudal; ACA, altura corporal a nivel del ano o poro urogenital; ACAB, altura corporal a nivel de la apertura branquial; DIB, distancia interbranquial; DO, distancia ocular; H, longitud del hocico; LC, longitud cefálica; LT, longitud total; M, longitud de la mandíbula superior; P, longitud de la aleta pectoral; PA, longitud preanal; PD, longitud predorsal; TR, longitud del tronco (Adaptado de Böhlke, 1989).

En cada ejemplar se midió la longitud total (LT), longitud de la aleta caudal (AC) y longitud del tronco (TR) al mm más próximo; la longitud predorsal (PD), longitud cefálica (LC), altura corporal a nivel de la apertura branquial (ACAB), altura corporal a nivel del ano o poro urogenital (ACA), longitud preanal (PA), longitud del hocico (H), el diámetro ocular (DO), distancia interorbitaria (DI), longitud de la mandíbula superior (M), distancia interbranquial (DIB) y longitud de la aleta pectoral (P) con apreciación de 0,01 mm; el peso total (PT), peso eviscerado (PEvis), peso gonadal (PGon) y peso hepático (PHep) con apreciación de 0,01 g. Los radios de la aleta pectoral (RP) y el número de poros de la línea lateral (PLL) en cada flanco de los ejemplares muestreados se determinaron utilizando una lupa binocular (Fig. 6).



Fig. 6. (a) Detalle de varios ejemplares de *M. compressus* y (b, c y d) toma de algunas medidas durante los muestreos en el laboratorio.

También se determinaron el sexo y el estado de madurez sexual a nivel macroscópico. El estado de madurez se asignó siguiendo una escala de cinco valores (inmaduro I, en reposo II, maduro III, maduro y en puesta IV, post-puesta V) (Holden y Raitt, 1975). Las gónadas se extrajeron y se fijaron en formol para su posterior análisis.

El examen radiográfico de una submuestra de 12 ejemplares, realizado con el mamógrafo digital *Medical Systems* modelo *Senographe Essential-GE*, permitió establecer la fórmula vertebral y las restantes fórmulas radiales. La fórmula vertebral se expresó como número de vértebras predorsales (PD), preanales (PA), precaudales (PC) y totales (VT) (Fig. 7). Las fórmulas radiales incluyeron los radios dorsales totales (RD), los radios dorsales anteriores a nivel del ano o poro urogenital (RDA) y los radios anales (RA).



Fig. 7. Mamografía de un ejemplar de *M. compressus* mostrando los recuentos vertebrales. Las flechas indican la primera vértebra (1), vértebra predorsal (PD), vértebra preanal (PA) y vértebra caudal (PC).

Las diferencias en talla y peso medio entre sexos se analizaron utilizando el test *t* de Student, mientras que para el rango de tallas y pesos entre sexos se utilizó la prueba *Z* no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov.

La relación talla-peso se calculó mediante la ecuación potencial $W = a L^b$, donde *W* es el peso corporal total (g), *L* es la longitud total (mm), *a* es un coeficiente relacionado con la forma del cuerpo y *b* es el coeficiente de alometría e indica crecimiento isométrico cuando es igual a 3 (Anderson y Neumann, 1996). Las alometrías se contrastaron utilizando el test *t* de Student.

Las diferencias entre sexos para la totalidad de las medidas morfométricas se contrastaron utilizando el test *t* de Student. En el caso de las medidas merísticas se contrastaron utilizando la prueba Wilcoxon de los rangos con signo de muestras relacionadas para los radios de la aleta pectoral y la prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes en el resto de parámetros.

El análisis histológico de las gónadas se utilizó para confirmar la tipología sexual, estrategia reproductora, la madurez sexual y el periodo reproductor (Fig. 8).

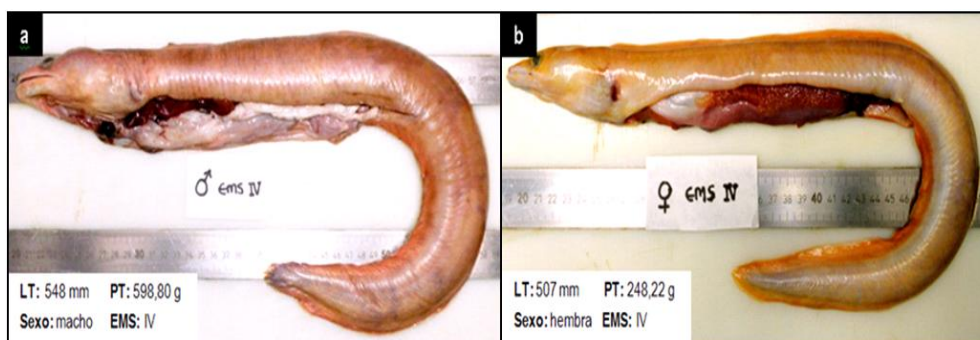


Fig. 8. Estados de madurez sexual asignados macroscópicamente en *M. compressus*: (a) ejemplar macho en estado IV y (b) ejemplar hembra en estado IV.

Para cada ejemplar se tomaron dos muestras de tejido gonadal de la parte anterior y posterior del lóbulo. El proceso de deshidratación de las muestras se realizó de forma automática utilizando el deshidratador Thermo modelo *Shandon Citadel 2000* (Fig. 9, a) y según el protocolo descrito en la Tabla 1. Las muestras de tejido se incluyeron en parafina, se seccionaron a 5 μm mediante un micrótopo manual Thermo modelo *Shandon Finesse 325* (Fig. 9, b), se recogieron sobre portaobjetos y se introdujeron en una estufa a 100°C durante 1 hora. Posteriormente, se tiñeron manualmente (Fig. 9, c) siguiendo el protocolo recogido en la Tabla 2. Finalmente, los cortes histológicos fueron observados al microscopio Olympus modelo *CX41* (Fig. 9, d).

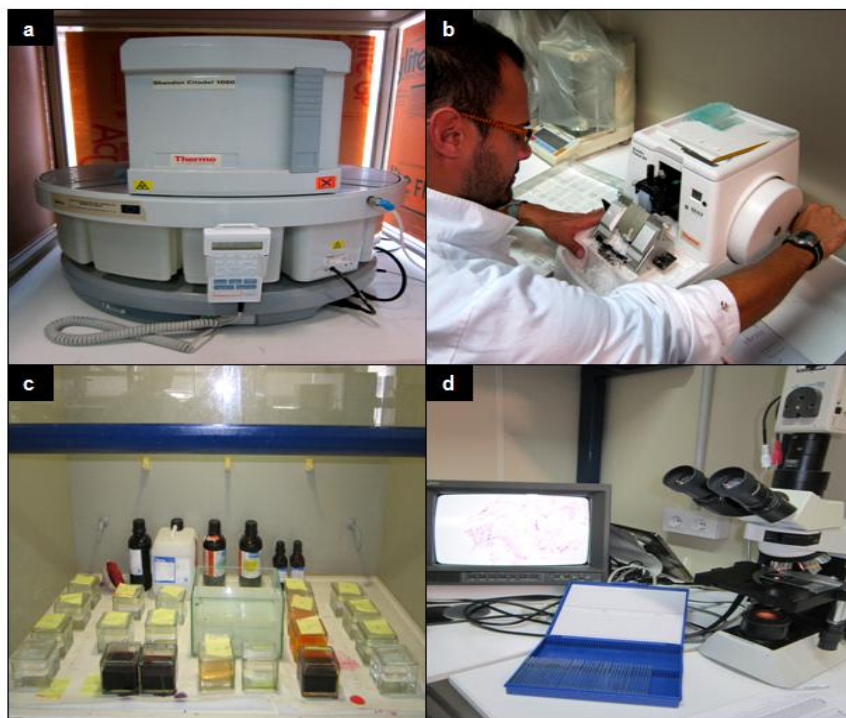


Fig. 9. Procesos del análisis histológico: (a) deshidratador automático, (b) microtomo, (c) tinción manual de las muestras y (d) observación de cortes histológicos al microscopio.

Tabla 1. Protocolo de deshidratación de las muestras de tejido utilizado para *M. compressus*.

| Reactivos | Tiempo (horas) |
|-----------------------|------------------------|
| 1.- Alcohol al 70% | 1.- 3 horas |
| 2.- Alcohol al 90-96% | 2.- 2 horas |
| 3.- Alcohol al 90-96% | 3.- 2 horas |
| 4.- Alcohol al 90-96% | 4.- 1 hora |
| 5.- Alcohol al 100% | 5.- 1 hora |
| 6.- Alcohol al 100% | 6.- 2 horas |
| 7.- Alcohol al 100% | 7.- 2 horas |
| 8.- Isoparafina | 8.- ½ hora |
| 9.- Isoparafina | 9.- ½ hora |
| 10.- Isoparafina | 10.- 1 hora |
| 11.- Parafina | 11.- 3 horas |
| 12.- Parafina + vacío | 12.- 7 horas + 2 horas |

Tabla 2. Protocolo de tinción de las muestras de tejido utilizado para *M. compressus*.

| Reactivos | Tiempo (minutos) |
|--------------------------|-------------------------|
| 1.- Isoparafina | 1.- 2 minutos |
| 2.- Isoparafina | 2.- 2 minutos |
| 3.- Alcohol al 100% | 3.- 2 minutos |
| 4.- Alcohol al 100% | 4.- 2 minutos |
| 5.- Alcohol al 70% | 5.- 2 minutos |
| 6.- Agua destilada | 6.- 2 minutos |
| 7.- Agua destilada | 7.- 2 minutos |
| 8.- Agua destilada | 8.- 2 minutos |
| 9.- Hematoxilina | 9.- 15 minutos |
| 10.- Alcohol clorhídrico | 10.- 4 pases rápidos * |
| 11.- Agua amoniacal | 11.- 15 pases rápidos * |
| 12.- Eosina | 12.- 4 minutos |
| 13.- Alcohol al 96% | 13.- 2 minutos |
| 14.- Alcohol al 96% | 14.- 2 minutos |
| 15.- Alcohol al 100% | 15.- 2 minutos |
| 16.- Alcohol al 100% | 16.- 2 minutos |
| 17.- Isoparafina | 17.- 2 minutos |
| 18.- Isoparafina | 18.- 2 minutos |
| 19.- Isoparafina | 19.- 2 minutos |

La clasificación de las diferentes fases o etapas de desarrollo de los ovocitos en hembras de *M. compressus* se basó en los criterios establecidos por Wallace y Selman (1981) y West (1990) (Tabla 3). La organización celular de los testículos y espermatogénesis de los machos se estableció según Grier (1981) (Tabla 4).

Tabla 3. Etapas de desarrollo ovárico en hembras de *M. compressus* (Adaptado de West, 1990).

| Etapas | Descripción |
|--|--|
| Previtelogénesis | |
| 1.- Ovogonia (OO) | Ovocitos de pequeño tamaño con alta relación entre el núcleo y el citoplasma. Núcleo bien desarrollado y citoplasma basofílico. |
| 2.- Ovocitos perinucleares (PO) | Ovocitos basofílicos con numerosos nucléolos periféricos y recubiertos de células teca bien definidas. |
| Vitelogénesis | |
| 3.- Ovocitos vitelogénicos con vesículas de vitelo primarias (YPO) | Ovocitos con primeras vesículas de vitelo en el citoplasma (alvéolo cortical). Gran cantidad de nucléolos en la región periférica del núcleo. |
| 4.- Ovocitos vitelogénicos con vesículas de vitelo secundarias (YSO) | Ovocitos con gránulos eosinófilos en el citoplasma y aumento de las vacuolas lipídicas. Envuelta del ovocito presenta una capa interna radiada muy visible, de afinidad basófila, sobre las que se observan dos capas eosinófilas. |
| 5.- Ovocitos vitelogénicos con vesículas de vitelo terciarias (YTO) | Ovocitos con envuelta radiada y desaparición del núcleo. Gránulos vitelinos ocupando gran parte de la superficie del ovocito. Fusión parcial de algunos gránulos de vitelo con el citoplasma. |
| 6.- Huevos maduros (H) | Ovarios con ovocitos maduros caracterizados por estar completamente llenos de vitelo. |
| 7.- Folículos postovulatorios y atrésicos (POF, AF) | Presencia de estructuras postovulatorias vacías denominadas folículos postovulatorios en procesos de reabsorción (ovocitos atrésicos). |

Tabla 4. Etapas de desarrollo gonadal en machos de *M. compressus* (Adaptado de Grier, 1981).

| Etapas | Descripción |
|----------------------------|---|
| 1.- Espermatogonias (ESP) | El núcleo presenta un aspecto claro después de la tinción y el citoplasma presenta un parche de material granular denso y fibrilar llamada "nube", por lo general cerca de la membrana nuclear. |
| 2.- Espermatocitos (ESPT) | Aparición de espermatocitos I y II por mitosis y meiosis celular de las espermatogonias respectivamente. Espermatocitos presentan forma redondeada con gran núcleo oval. Evidencias del inicio de la segunda meiosis con presencia de espermátidas, caracterizadas por presentar forma redondeada, reducido citoplasma y núcleo basófilo. |
| 3.- Espermátidas (ESPM) | Presencia de espermatocitos y espermátidas en los testículos. Aparición de espermatozoides por citodiferenciación de las espermátidas. Espermatozoides presentan forma alargada y fuerte coloración por hematoxilina-eosina. |
| 4.- Espermatozoides (ESPZ) | Testículos sólo presentan espermatozoides maduros. |

El patrón sexual se estableció teniendo en cuenta las determinaciones del sexo. La proporción entre sexos o sex-ratio (machos: hembras) se estimó teniendo en cuenta la relación entre el número de machos y hembras. También se analizó la sex-ratio por cuatrimestres y por rangos de talla establecidos para diferenciar la proporción entre sexos en individuos jóvenes, adultos y viejos. La proporción de sexos estimada se testó estadísticamente aplicando una prueba no paramétrica X^2 de Pearson ($\alpha = 0,05$) para detectar posibles desviaciones significativas respecto a la relación esperada 1: 1.

El periodo de desove se determinó a partir de la monitorización de la variación temporal en el índice gonadosomático (IGS), calculado para cada ejemplar como $IGS = (\text{peso de la gónada/peso eviscerado}) \cdot 100$ (Anderson y Gutreuter, 1983), y la estimación de la evolución temporal de la frecuencia de los estados de madurez.

La talla de primera madurez (Lm) se determinó como la proporción de individuos reproductivamente activos en cada clase de tallas (estados III, IV y V) mediante el ajuste de una ojiva logística:

$$P = \frac{100}{1 + e^{-r(Lt-Lm)}}$$

donde P es el porcentaje de individuos maduros en cada intervalo de talla, Lt es la longitud total (mm); Lm es la longitud de primera madurez (mm), y r es un parámetro del modelo (Saila et al., 1988). La función se ajustó a los datos por medio del algoritmo de Levenberg-Marquardt para la estimación paramétrica no lineal. La proporción de individuos maduros se calculó en base a los estados de madurez sexual establecidos macroscópicamente e histológicamente.

3. RESULTADOS

3.1. Descriptores

En la muestra examinada de *M. compressus* (n=78), 52 individuos fueron determinados histológicamente como machos, 25 como hembras, y 1 individuo deteriorado no pudo ser asignado a ningún sexo. Las determinaciones del sexo mediante el examen visual fueron corroboradas por el análisis histológico en el 75,33% de los casos. Mientras que las determinaciones de la madurez sexual para cada individuo, maduro o inmaduro, fueron acertadas en el 93,51% de los casos.

El rango de tallas del conjunto de la muestra varió entre 308 y 611 mm de LT (Fig. 10). El PT osciló entre 54,66 y 598,80 g. Los ejemplares analizados no mostraron diferencias significativas en la LT media entre machos (467,38 mm) y hembras (474,16 mm) (*t*-test, $t=-0,407$ y $p\text{-valor}=0,685$) y tampoco en el PT medio entre machos (241,83 g) y hembras (240,06 g) (*t*-test, $t=0,062$ y $p\text{-valor}=0,950$). La talla de los machos varió entre 331 y 611 mm de LT (Fig. 11 a) y el PT entre 75,00 y 598,80 g. En hembras, la talla osciló entre 308 y 570 mm de LT (Fig. 11 b) y el PT entre 54,66 y 415,86 g. No se encontraron diferencias significativas en el rango de longitudes totales (LT) (prueba Z de Kolmogorov-Smirnov, $Z=1,062$ y $p\text{-valor}=0,209$) y el rango de pesos totales (PT) entre ambos sexos (prueba Z de Kolmogorov-Smirnov, $Z=0,812$ y $p\text{-valor}=0,524$).

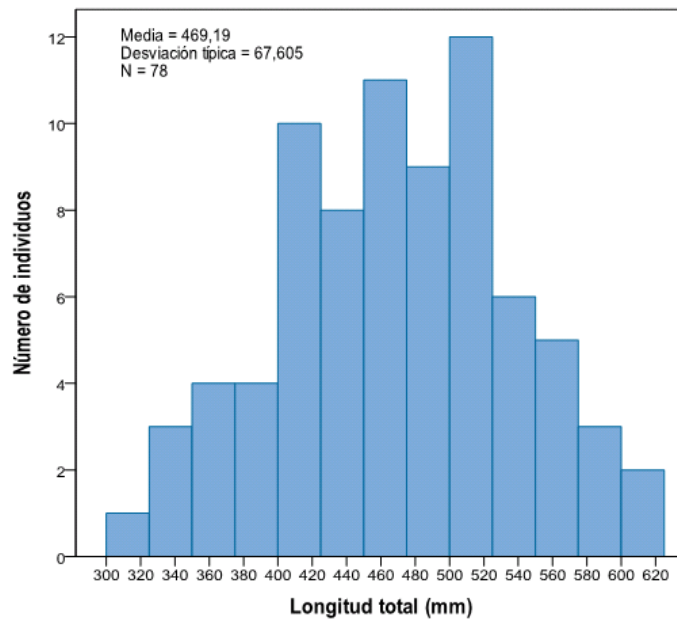


Fig. 10. Distribución de frecuencias de talla para el conjunto de la muestra (n=78).

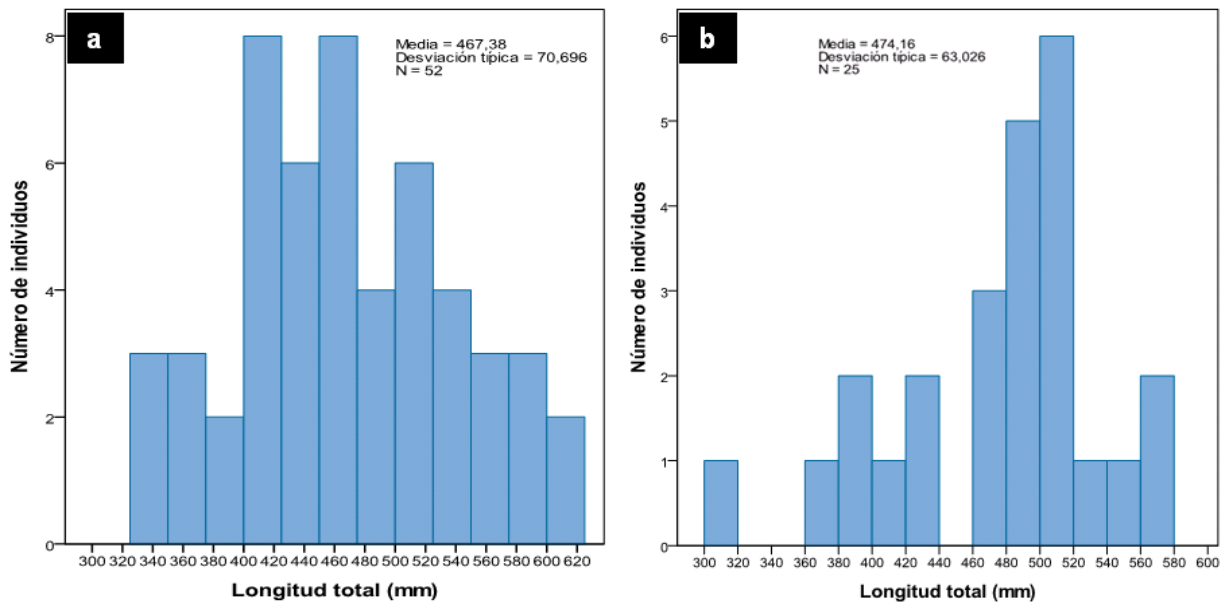


Fig. 11. Distribución de frecuencias de talla: (a) para machos (n=52) y (b) hembras (n=25).

3.2. Relación talla-peso

Los parámetros que definen la relación entre la longitud total (LT) y el peso total (PT) en el conjunto de la muestra (Fig. 12) y por sexos (Fig. 13) se detallan en la Tabla 5. El análisis del parámetro b (coeficiente de alometría) mediante la aplicación del test t de Student mostró una relación talla-peso alométrica positiva tanto para el conjunto de la muestra como para machos y hembras ($t\text{-valor} > t_{0,05, n-2} = 1,993$).

Tabla 5. Parámetros de la relación talla-peso para machos, hembras y el conjunto de la muestra: n es el número de ejemplares, a es un parámetro de la ecuación relacionado con la forma, b es el coeficiente de alometría, r^2 es el coeficiente de correlación, $\sigma(b)$ es la desviación estándar del parámetro b y $t\text{-valor}$ se corresponde con el valor de t estimado.

| | n | a | b | $\sigma(b)$ | r^2 | $t\text{-valor}$ |
|---------|-----|--------------|-------|-------------|-------|------------------|
| Machos | 52 | 0,0000002592 | 3,345 | 0,094 | 0,962 | 35,518 |
| Hembras | 25 | 0,0000003500 | 3,291 | 0,147 | 0,956 | 22,401 |
| Total | 77 | 0,0000002907 | 3,325 | 0,079 | 0,960 | 42,162 |

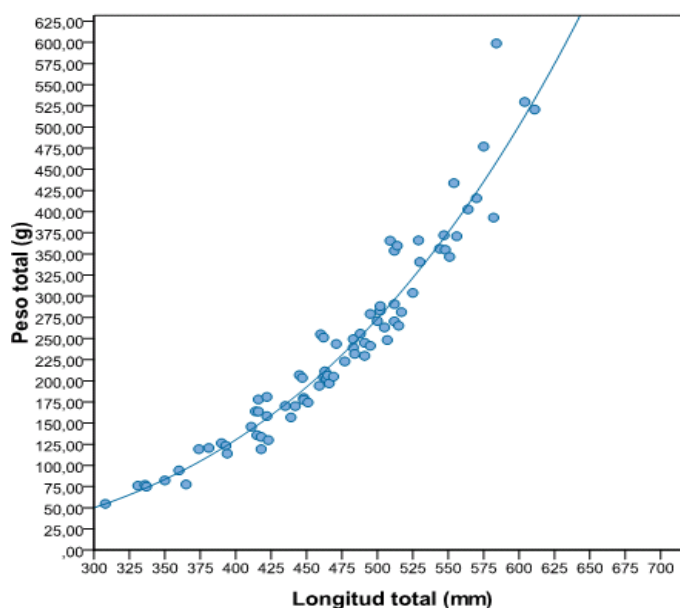


Fig. 12. Relación talla-peso para el conjunto de la muestra ($n=77$).

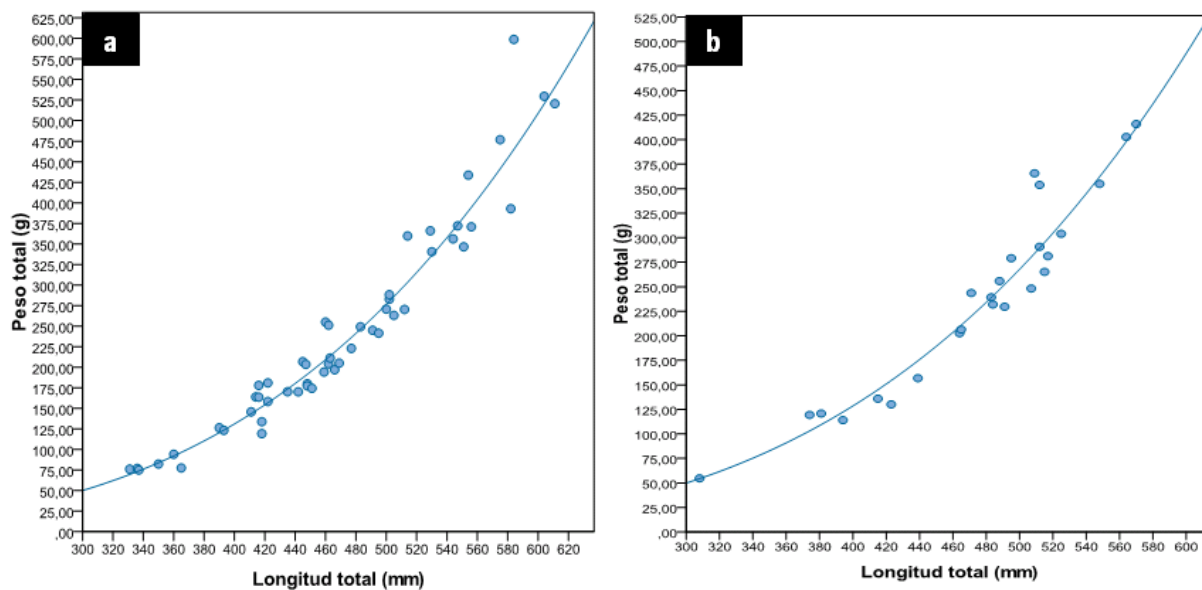


Fig. 13. Relación talla-peso: para los machos ($n=52$) (a) y para hembras analizadas ($n=25$) (b).

3.3. Parámetros biométricos

Los parámetros morfométricos del conjunto de la muestra y por sexos, expresados como porcentaje de LT y LC, se indican en la Tabla 6. No se hallaron diferencias significativas en la totalidad de las medidas tomadas entre ambos sexos (t -test, p -valor $> 0,025$). Los resultados de los t -test se presentan en la Tabla 7.

El estudio merístico del conjunto de la muestra revela que el número de poros de la línea lateral, característica distintiva de la familia Myrocongridae, difiere para cada lado del cuerpo en el 75,70% de los casos (Fig. 14). El número de poros de la línea lateral en cada flanco, para el total de ejemplares y por sexo, se indica igualmente en la Tabla 6. No se encontraron diferencias significativas en el número de poros de la línea lateral entre ambos flancos para el total de la muestra y por sexos (prueba no paramétrica Wilcoxon de los rangos con signo de muestras relacionadas: muestra, p -valor=0,912, machos, p -valor=0,577; hembras, p -valor=0,441).

Tabla 6. Datos merísticos y morfométricos de *M. compressus* para el conjunto de la muestra, por sexos y para los ejemplares descritos por Smith (1984).

| <i>Myroconger compressus</i> | Smith (1984) | Presente trabajo | | |
|--|--------------|------------------|---------------|---------------|
| | | Total | Machos | Hembras |
| Longitud total (mm) | 366 | 308 - 611 | 331 - 611 | 308 - 570 |
| Datos merísticos | | | | |
| Nº poros línea lateral (izquierdo) | 5 - 7 | 3 - 9 | 4 - 9 | 3 - 9 |
| Nº poros línea lateral (derecho) | | 3 - 8 | 3 - 8 | 4 - 8 |
| Radios pectorales | 16 | 15 - 20 | 16 - 20 | 15 - 20 |
| Radios dorsales a nivel del ano | ? | 104 - 114 | 104 - 111 | 104 - 114 |
| Radios dorsales totales | ? | 288 - 324 | 288 - 324 | 288 - 306 |
| Radios anales totales | ? | 184 - 238 | 184 - 238 | 199 - 236 |
| Vértebras predorsales | ? | 6 - 8 | 6 - 7 | 6 - 8 |
| Vértebras preanales | 47 | 48 - 52 | 48 - 52 | 49 - 51 |
| Vértebras precaudales | 52 | 54 - 62 | 54 - 62 | 57 - 60 |
| Vértebras totales | 131 | 130 - 135 | 130 - 135 | 132 - 133 |
| Datos morfométricos (% LT) | | | | |
| Longitud preanal | 45 | 41,61 - 47,95 | 41,61 - 47,61 | 43,32 - 47,95 |
| Longitud predorsal | 12 | 10,75 - 14,75 | 11,12 - 14,75 | 10,75 - 14,45 |
| Longitud cefálica | 14 | 13,04 - 17,47 | 13,04 - 16,49 | 13,31 - 17,47 |
| Altura corporal a nivel del ano | - | 5,79 - 10,51 | 5,79 - 9,18 | 7,08 - 10,51 |
| Altura corporal a nivel de la apertura branquial | - | 6,53 - 10,36 | 6,53 - 10,36 | 6,77 - 10,02 |
| Longitud del tronco | - | 28,31 - 33,40 | 28,31 - 32,73 | 29,86 - 33,40 |
| Longitud de la aleta caudal | - | 30,41 - 58,39 | 30,41 - 58,39 | 52,27 - 56,69 |
| Datos morfométricos (% LC) | | | | |
| Longitud del hocico | 24 | 17,72 - 32,81 | 17,72 - 32,81 | 20,01 - 29,33 |
| Diámetro ocular | 12 - 14 | 12,56 - 17,97 | 12,56 - 17,97 | 13,46 - 16,80 |
| Distancia interorbital | - | 16,67 - 25,35 | 16,67 - 25,16 | 17,68 - 25,35 |
| Longitud de la mandíbula superior | 48 | 38,39 - 56,83 | 38,39 - 56,83 | 42,01 - 50,20 |
| Distancia interbranquial | 10 - 12 | 10,90 - 18,02 | 10,90 - 17,29 | 11,70 - 18,02 |
| Longitud de la aleta pectoral | 19 - 22 | 18,44 - 32,03 | 18,44 - 32,03 | 22,37 - 30,88 |

Tabla 7. Resultados de los *t*-test aplicados a la totalidad de los parámetros morfométricos.

| <i>t</i> -tests | <i>t</i> | <i>gl</i> | <i>p</i> -valor |
|--|----------|-----------|-----------------|
| Longitud preanal | -0,953 | 69 | 0,344 |
| Longitud predorsal | 0,175 | 69 | 0,861 |
| Longitud cefálica | -0,223 | 75 | 0,824 |
| Altura corporal a nivel del ano | -1,172 | 68 | 0,245 |
| Altura corporal a nivel de la apertura branquial | -0,285 | 75 | 0,776 |
| Longitud del tronco | -0,919 | 68 | 0,361 |
| Longitud de la aleta caudal | -0,405 | 68 | 0,687 |
| Longitud del hocico | 0,311 | 69 | 0,756 |
| Diámetro ocular | -0,044 | 69 | 0,965 |
| Distancia interorbital | -0,346 | 68 | 0,730 |
| Longitud de la mandíbula superior | -0,103 | 68 | 0,918 |
| Distancia interbranquial | -0,875 | 68 | 0,385 |
| Longitud de la aleta pectoral | -1,843 | 68 | 0,070 |

La fórmula de la aleta pectoral del conjunto de la muestra y por sexos se señala en la Tabla 6. No se hallaron diferencias significativas en el número de radios pectorales entre ambos sexos (prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes, p-valor=0,608). En la Fig. 15 se detallan los radios de la aleta pectoral en *M. compressus*.



Fig. 14. Detalle del número de poros de la línea lateral para cada flanco de *M. compressus*: (a) flanco izquierdo y (b) flanco derecho.



Fig. 15. Detalle de los radios de la aleta pectoral de *M. compressus*.

El estudio radiográfico de la submuestra de *M. compressus* (n=12) reveló que un ejemplar presentaba la aleta caudal incompleta (Fig. 16). Las fórmulas vertebrales y radiales (Fig. 18) se indican en la Tabla 6. No se encontraron diferencias significativas entre las fórmulas vertebrales y radiales por sexos (prueba U de Mann-Whitney y prueba de medianas de muestras independientes, p-valor>0,05). En la Tabla 8, se muestran los resultados de los test no paramétricos aplicados en las fórmulas radiales y vertebrales.

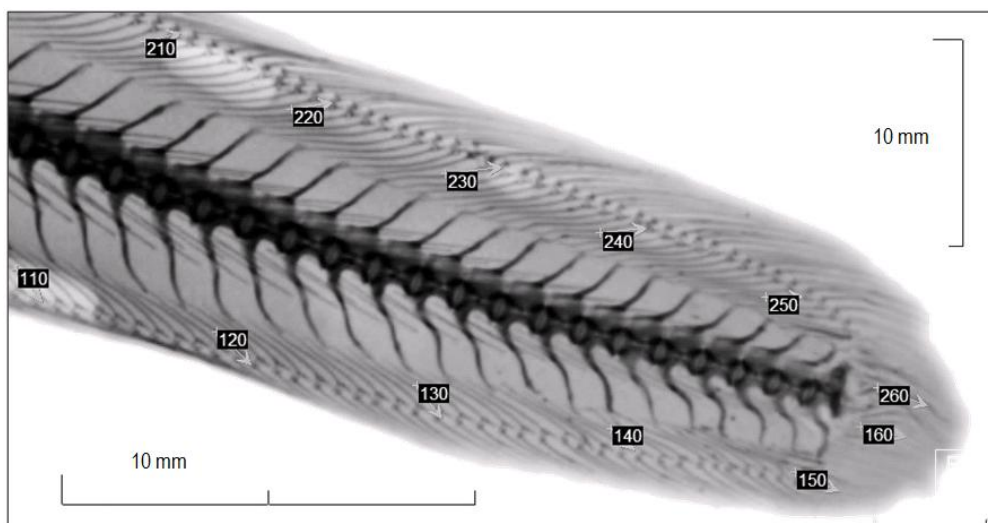


Fig. 16. Detalle de un caso de aleta caudal seccionada en un ejemplar de *M. compressus*.

Tabla 8. Resultados de los test no paramétricos aplicados en las fórmulas radiales y vertebrales.

| | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes (p-valor) | Prueba de medianas para muestras independientes (p-valor) |
|---------------------------------|---|---|
| Radios dorsales a nivel del ano | 0,796 | 0,545 |
| Radios dorsales totales | 0,474 | 1,000 |
| Radios anales totales | 0,683 | 0,545 |
| Vértebras predorsales | 0,540 | 0,333 |
| Vértebras preanales | 0,726 | 1,000 |
| Vértebras precaudales | 0,795 | 1,000 |
| Vértebras totales | 1,000 | 1,000 |

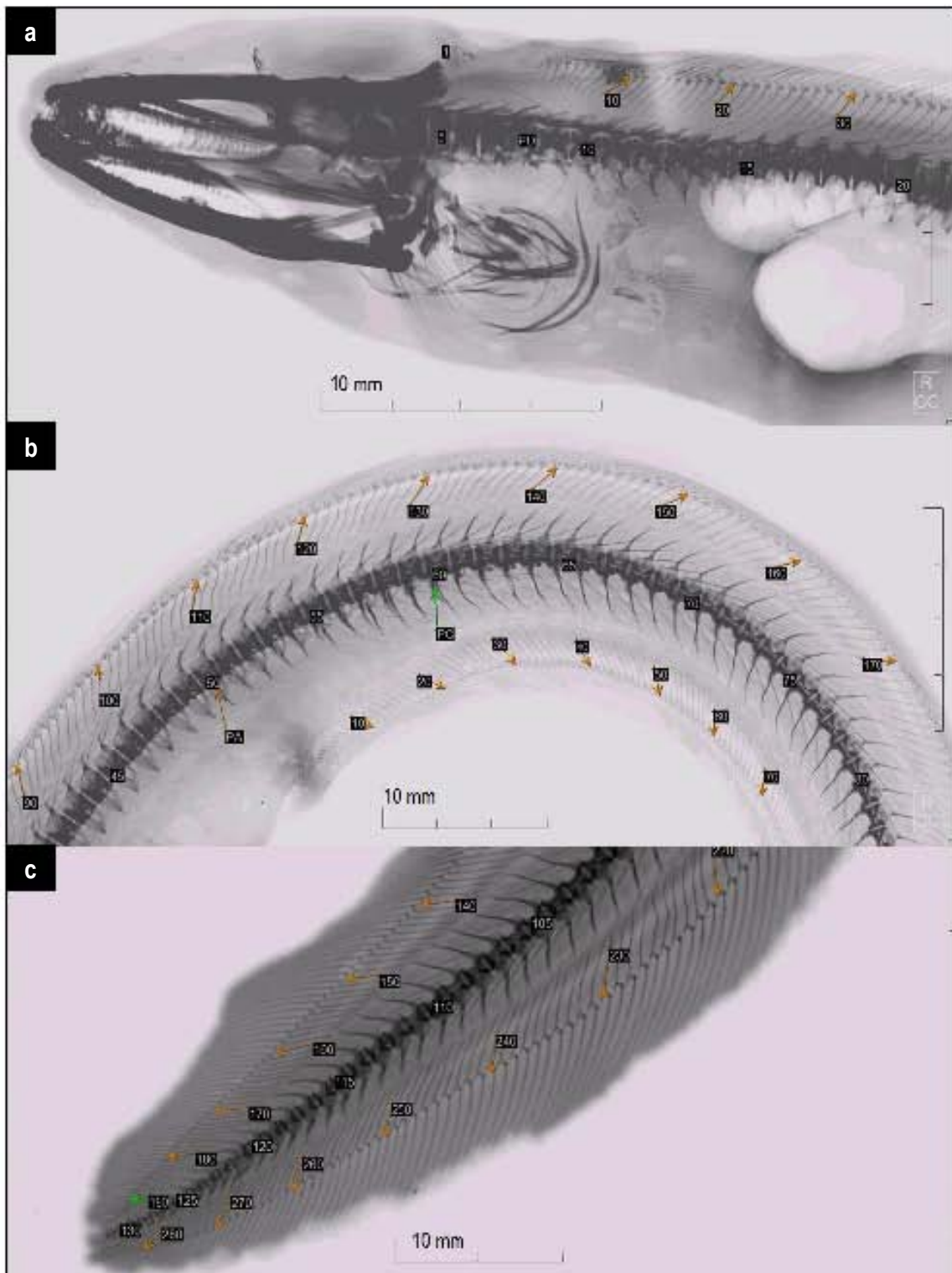


Fig. 17. Análisis radiográfico de un ejemplar de *M. compressus* en varias secciones: cabeza (a), tronco (b) y aleta caudal (c).

3.4. Distribución vertical

El análisis de la distribución vertical de la muestra ($n_{\text{válidos}}=74$) reveló que 15 individuos, 11 machos y 4 hembras, fueron capturados a menos de 175 m de profundidad, con un porcentaje de individuos maduros del 66,67%. Entre 175 y 250 m fueron capturados 19 individuos (52,63% maduros), donde 12 eran machos y 7 hembras. A más de 250 m se registraron 40 capturas, 26 machos y 14 hembras, con el 50% de los individuos maduros. La sex-ratio por estrato de profundidad (Tabla 9) presentó diferencias significativas en el estrato 3 (>250 m) a favor de los machos (Prueba no paramétrica χ^2 de Pearson, $\chi^2=7,78 > \chi^2_{0,05,1}=3,84$). El análisis del porcentaje de individuos maduros por estrato de profundidad (Tabla 10) no presentó diferencias significativas respecto al porcentaje de inmaduros en ninguno de los casos ($\chi^2 > \chi^2_{0,05,1}=3,84$).

Tabla 9. Sex-ratio por estrato de profundidad.

| Profundidad (m) | Machos | Hembras | Sex-ratio | Prueba χ^2 | n |
|-----------------|--------|---------|-----------|-----------------|----|
| <175 | 11 | 4 | 1:0,36 | 3,27 | 15 |
| 175-250 | 12 | 7 | 1:0,58 | 1,32 | 19 |
| >250 | 26 | 14 | 1:0,51 | 7,78 | 40 |

Tabla 10. Porcentaje de individuos maduros por estrato de profundidad.

| Profundidad (m) | Maduros | Inmaduros | % Maduros | Prueba χ^2 | n |
|-----------------|---------|-----------|-----------|-----------------|----|
| <175 | 10 | 5 | 66,67 | 1,67 | 15 |
| 175-250 | 10 | 9 | 52,63 | 0,05 | 19 |
| >250 | 20 | 20 | 50,00 | 0 | 40 |

3.5. Tipología sexual

M. compressus no presenta evidencias externas que sugieran dimorfismo sexual. Las gónadas se localizan extraperitonealmente en el techo de la cavidad visceral y en posición ventral a la columna vertebral, adheridas parcialmente a la vejiga natatoria. Los machos presentan testículos alargados y de color blanquecino a crema, mientras que en las hembras, los ovarios son saculares y alargados, de color anaranjado a castaño. En ambos sexos los lóbulos se encuentran desarrollados de manera semejante y unidos mediante un tejido conectivo.

El examen histológico determinó la existencia únicamente de tejido testicular (Fig. 18, a) y tejido ovárico (Fig. 18, b), sin evidencias de hermafroditismo o inversión sexual.

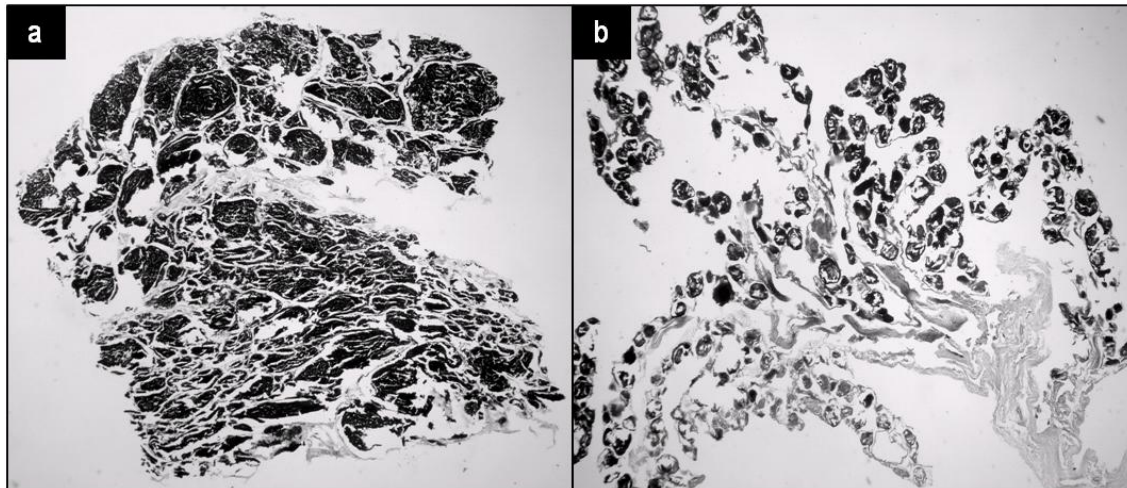


Fig. 18. Análisis histológico de *M. compressus*: (a) sección transversal de un testículo (4x) y (b) sección transversal de un ovario (4x).

El peso de las gónadas varió entre 0,05 y 21,94 g para el conjunto de la muestra. En los machos, el peso de los testículos osciló entre 0,05 y 8,01 g mientras que en las hembras, el peso de los ovarios varió entre 0,28 y 21,94 g. El peso medio de las gónadas mostró diferencias significativas entre ambos sexos (prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes, p-valor=0). Los pesos gonadales medios para cada estado de madurez sexual en machos y hembras se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Pesos gonadales medios para cada estado de madurez sexual en machos y hembras de *M. compressus*.

| Peso gonadal (g) | I | II | III | IV | V |
|------------------|---|------|------|------|---|
| Machos | - | 0,61 | 1,75 | 6,54 | - |
| Hembras | - | 0,87 | 3,68 | 9,01 | - |
| Total | - | 0,64 | 2,36 | 8,68 | - |

3.6. Sex-ratio

La proporción de sexos o sex-ratio (machos: hembras) fue de 1: 0,48. Ambos sexos no están representados en la misma proporción y se rechaza la hipótesis de sex-ratio 1:1 (Prueba no paramétrica X^2 de Pearson, $\chi^2=9,47 > \chi^2_{0.05,1}=3,84$). El análisis de la sex-ratio por cuatrimestre (Tabla 12) no evidenció diferencias significativas de la relación esperada 1:1 en el periodo analizado. La sex-ratio por rango de tallas (Tabla 13) presentó diferencias significativas para individuos jóvenes de tallas comprendidas entre 310 y 450 mm (Prueba no paramétrica X^2 de Pearson, $\chi^2=10,13 > \chi^2_{0.05,1}=3,84$).

Tabla 12. Sex-ratio total y por cuatrimestre de los ejemplares examinados de *M. compressus*.

| Cuatrimestre | Machos | Hembras | Sex-ratio | Prueba χ^2 |
|--------------|--------|---------|-----------|-----------------|
| 1 | 10 | 3 | 1:0,30 | 3,77 |
| 2 | 9 | 3 | 1:0,33 | 3,00 |
| 3 | 33 | 19 | 1:0,58 | 3,77 |
| Total | 52 | 25 | 1:0,48 | 9,47 |

Tabla 13. Sex-ratio por rango de tallas de los ejemplares examinados de *M. compressus*.

| Rango de tallas (mm) | Machos | Hembras | Sex-ratio | Prueba χ^2 |
|----------------------|--------|---------|-----------|-----------------|
| 310-450 | 25 | 7 | 1:0,28 | 10,13 |
| 470-530 | 17 | 15 | 1:0,88 | 0,13 |
| 550-610 | 10 | 3 | 1:0,30 | 3,77 |
| Total | 52 | 25 | 1:0,48 | 9,47 |

3.7. Periodo reproductor

El análisis de los estados de madurez sexual reveló que todos los estados de desarrollo gonadal fueron observados en machos y hembras en el conjunto de la muestra, excepto los estados I y V. La proporción de los estados de madurez sexual en la muestra y por sexos varió temporalmente según los cuatrimestres analizados (Fig. 19, 20a y 20b). Los machos en reposo (estado II) fueron observados en todos los cuatrimestres analizados. Hembras en reposo fueron observadas únicamente en el cuatrimestre 3. Machos con gónadas maduras (estado III) fueron observados en todos los cuatrimestres. Hembras maduras solamente fueron observadas en el cuatrimestre 3. Machos maduros y en puesta (estado IV) fueron observados en los cuatrimestres 1 y 2. Hembras maduras y en puesta fueron observadas en todos los cuatrimestres.

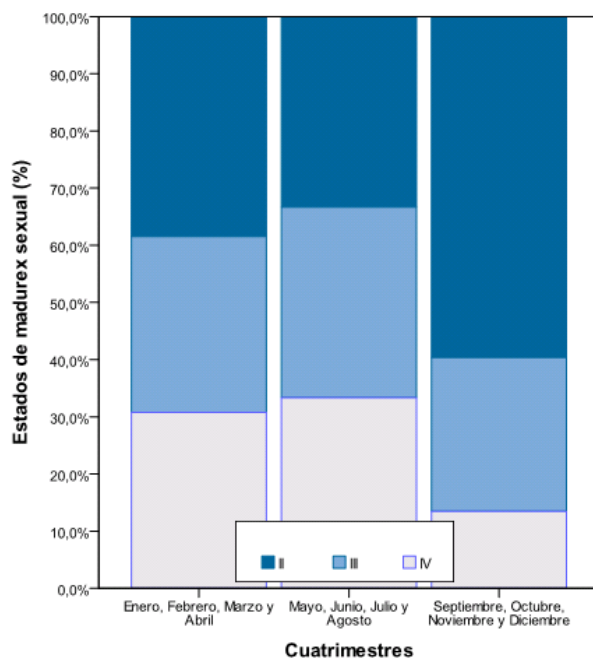


Fig. 19. Evolución porcentual de los estados de madurez sexual por cuatrimestre en el conjunto de la muestra de *M. compressus* (n=77).

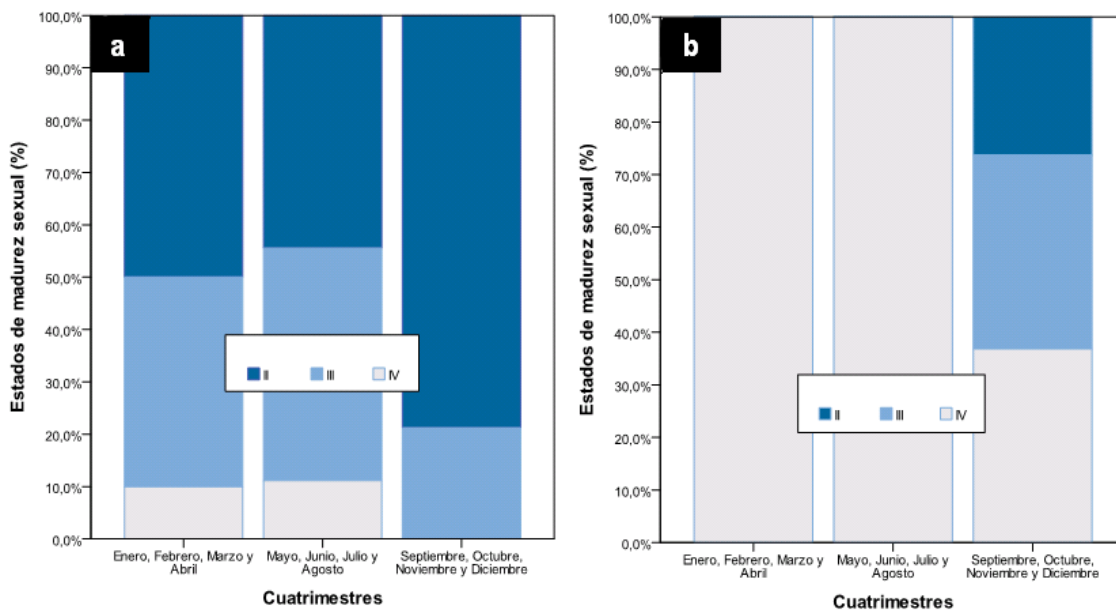


Fig. 20. Evolución porcentual de los estados de madurez sexual por cuatrimestre: (a) para machos (n=52) y (b) hembras (n=25).

La evolución del IGS medio para el conjunto de la muestra (n=77) durante los cuatrimestres analizados varió entre 0,85 y 2,40%. (Fig. 21). En machos, los valores del IGS medio variaron entre 0,34 y 0,92% (Fig. 22 a), mientras que en las hembras el IGS medio varió entre 1,74 y 7,13% (Fig. 22 b).

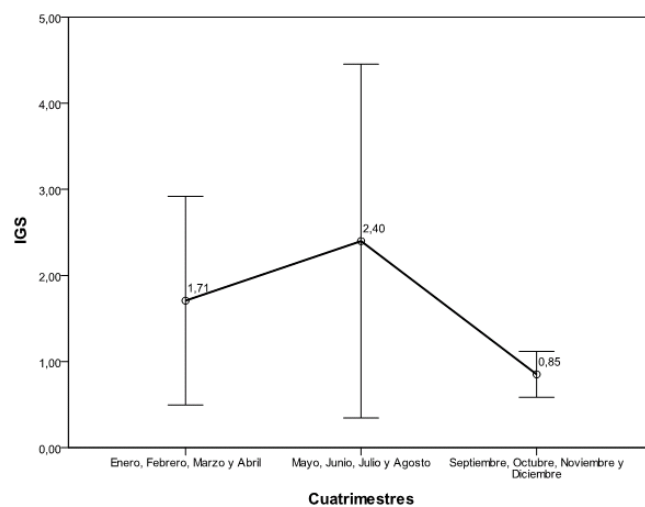


Fig. 21. Evolución cuatrimestral del IGS medio en el conjunto de la muestra de *M. compressus* (n=77).

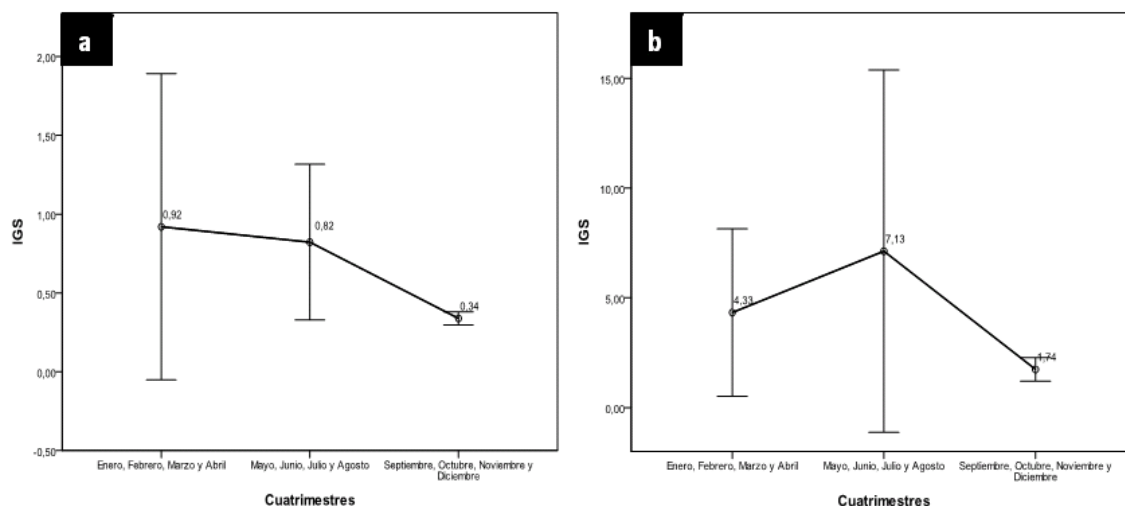


Fig. 22. Evolución cuatrimestral del IGS medio en *M. compressus*: (a) para los machos (n=52) y (b) para las hembras (n=25).

Los valores individuales del IGS en el conjunto de la muestra por cuatrimestre oscilaron entre 0,04 y 10,97% (Fig. 23), registrándose un máximo en el cuatrimestre 2. En el caso de los machos los valores del IGS variaron entre 0,04 y 4,77 % (Fig. 24 a). En las hembras los valores del IGS registrados variaron entre 0,30 y 10,97% (Fig. 24 b).

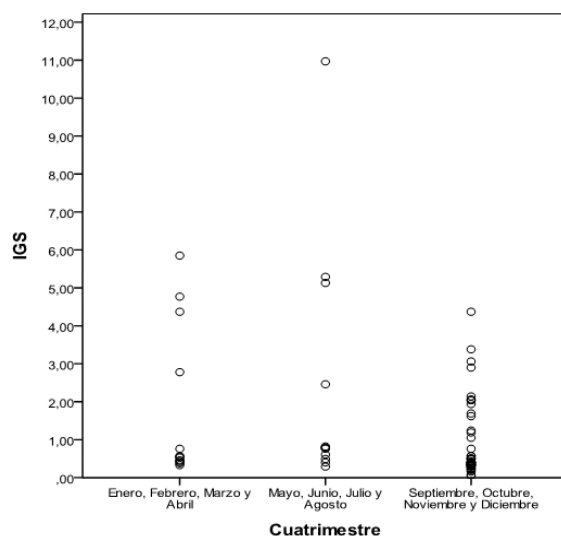


Fig. 23. Evolución cuatrimestral de los valores individuales del IGS en el conjunto de la muestra de *M. compressus* (n=77).

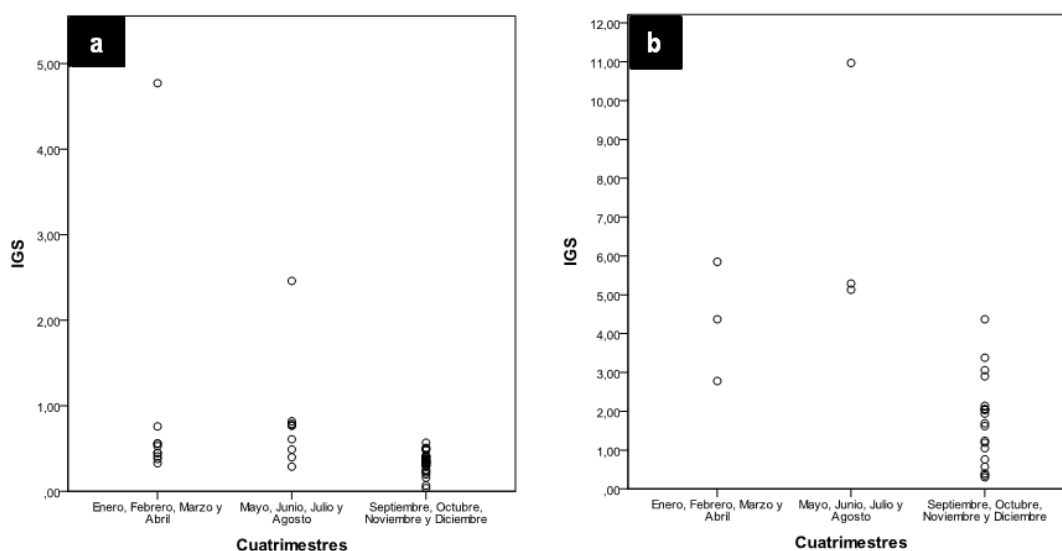


Fig. 24. Evolución cuatrimestral de los valores individuales del IGS en *M. compressus*: (a) para los machos (n=52) y (b) para las hembras (n=25).

El examen de los estados de desarrollo gonadal establecidos histológicamente determinó que ejemplares machos inmaduros o en reposo con espermocitos (Fig. 25) fueron observados durante los tres cuatrimestres analizados. Ejemplares machos maduros con presencia de espermátidas fueron observados en todos los cuatrimestres. Machos maduros y en puesta con presencia de espermátidas y espermatozoides fueron observados en los cuatrimestres 1 y 2.

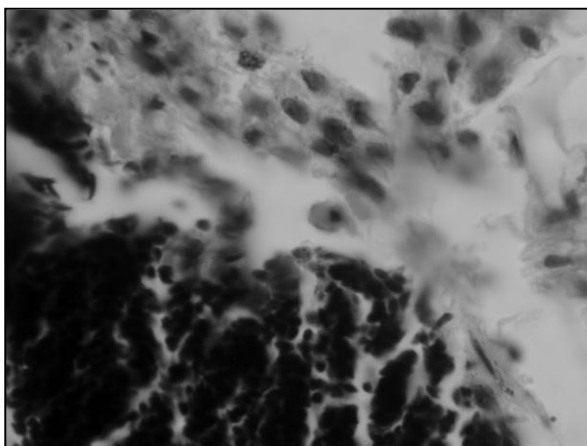


Fig. 25. Detalle de espermocitos 1 y 2 (100x) en *M. compressus*.

Las hembras en fase de previtelogénesis, caracterizadas por presencia de ovogonias poligonales y ovocitos perinucleares (Fig. 26) fueron observadas únicamente en el cuatrimestre 3. Ovocitos en diferentes etapas de la fase de vitelogénesis (Fig. 27) fueron observados en los cuatrimestres 1 y 3. Ovocitos vitelogénicos con vesículas de vitelo primarias (YPO) y secundarias (YSO) fueron observados en el cuatrimestre 3. Ovocitos vitelogénicos con vesículas de vitelo terciarias (YTO) fueron observados en los cuatrimestres 1 y 3. Huevos maduros (H) fueron observados en todos los cuatrimestres analizados (Fig. 28 a). Algunos huevos maduros presentan gotas de aceite (Fig. 28 b).

Ovocitos con signos de atresia fueron observados en 5 de las 25 hembras examinadas en diferentes estados de desarrollo (Fig. 29). Un sólo ejemplar fue observado con ovocitos atrésicos en fase de previtelogénesis y las cuatro restantes fueron observadas en fase de vitelogénesis avanzada. Todas las hembras con ovocitos atrésicos se registraron en el cuatrimestre 3.

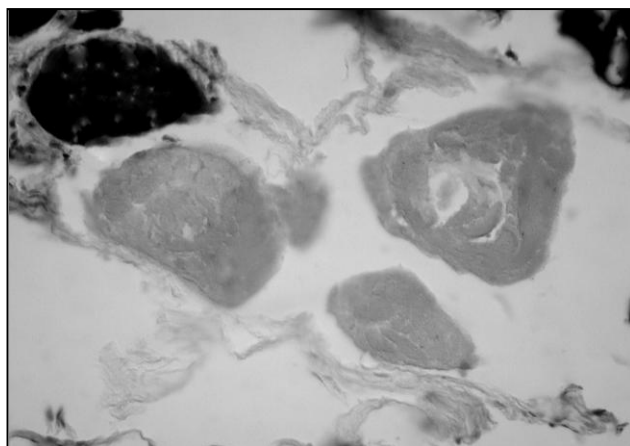


Fig. 26. Detalle de ovocitos perinucleares (40x) en *M. compressus*.

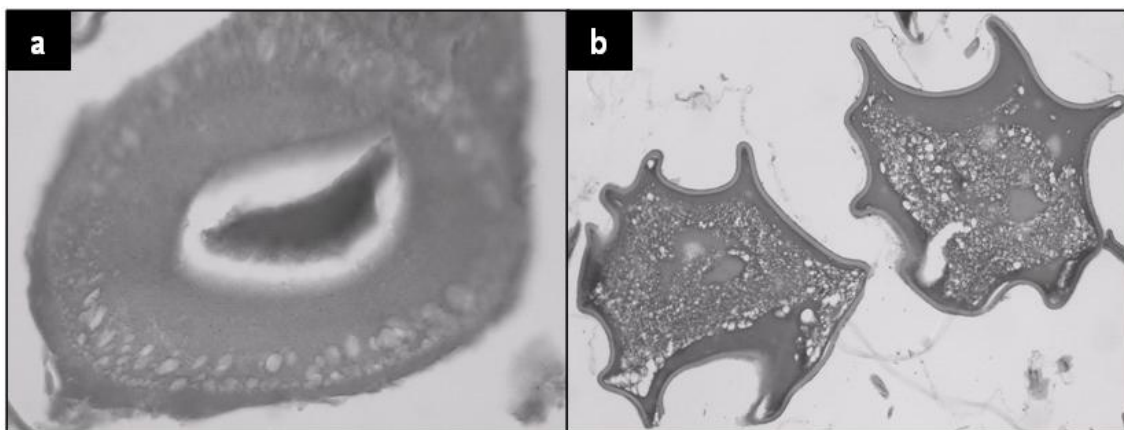


Fig. 27. Detalle de ovocitos vitelogénicos: (a) ovocitos con vesículas primarias YPO (40x), y (b) ovocitos con vesículas terciarias YTO (10x) en *M. compressus*.

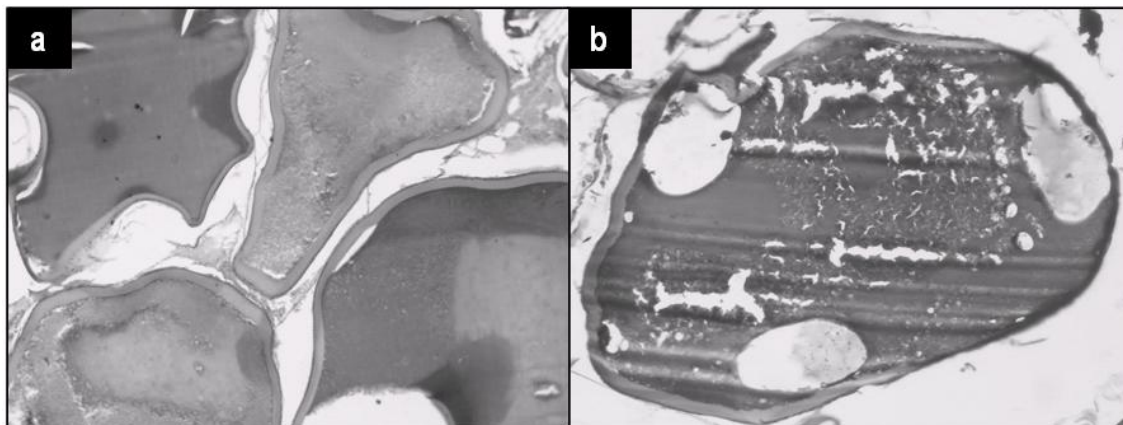


Fig. 28. Detalle de huevos maduros (H) en *M. compressus*: (a) huevos maduros (10x) y (b) huevo maduro con gotas de aceite (10x).

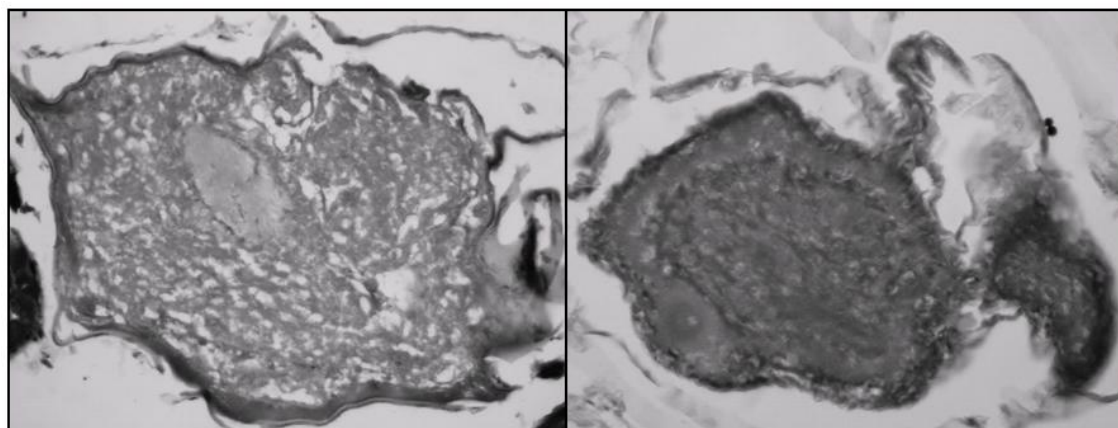


Fig. 29. Detalle de ovocitos con signos de atresia (40x) en *M. compressus*.

3.8. Madurez sexual

Las ojivas de madurez sexual, estimadas en base a los estados de madurez sexual (III, IV y V), para el conjunto de la muestra se presentan en la Fig. 30. La talla de primera madurez o longitud a la cual el 50% de los individuos están maduros sexualmente (Lm_{50}) fue de 476 mm para los estados establecidos histológicamente y de 497 mm para los estados asignados de manera macroscópica.

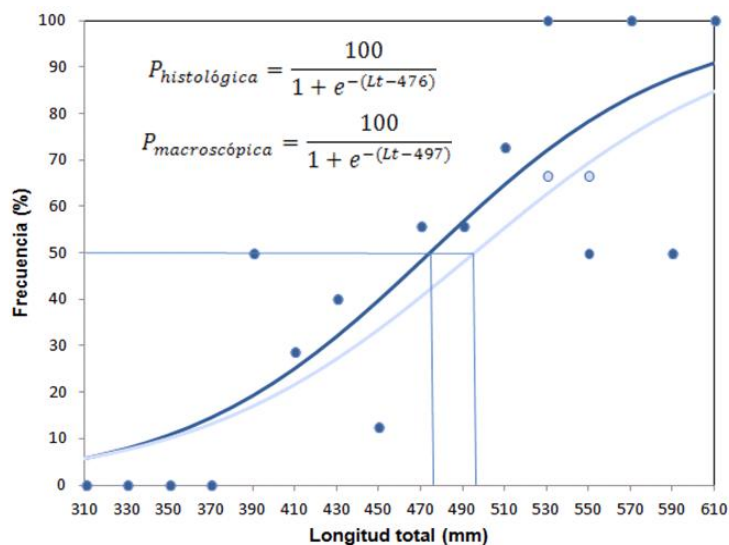


Fig. 30. Ojivas de madurez para *M. compressus* en base a los estados de madurez sexual (III, IV y V) establecidos histológicamente y asignados de manera macroscópica.

4. DISCUSIÓN

El presente trabajo amplía la información biométrica conocida y aporta nuevos datos sobre la biología reproductora de *M. compressus*, que apenas contaba con una redescrición del holotipo y un espécimen incompleto (Smith, 1984, 1989), cuyas tallas correspondientes fueron 538 y 253+ mm LT. La muestra estudiada consta del material más completo que se conoce sobre la especie hasta la fecha y proporciona un amplio rango de tallas y ejemplares depositados en colecciones biológicas de referencia (2 ejemplares en el Museo Municipal de Funchal, MMF41909 y MMF41910).

La distribución de frecuencias de tallas para el total de la muestra y por sexos mostró un patrón característico de especies dioicas o gonocóricas que posteriormente fue confirmado con los resultados histológicos. El análisis estadístico de algunos descriptores como la longitud y peso totales no mostró diferencias significativas entre sexos tanto para valores medios como por rango.

La relación talla-peso en el conjunto de la muestra se definió por los parámetros $a=0,0000002907$ y $b=3,325$. El estudio del coeficiente de alometría reveló alometrías positivas entre la longitud total (LT) y el peso total (PT) en el conjunto de la muestra y por sexos. Este tipo de alometrías han sido observadas en otras especies de anguilliformes como *Conger conger* (Filiz y Bilge, 2004).

El examen macroscópico de los ejemplares estudiados no mostró evidencias que sugirieran dimorfismo sexual en *M.compressus*. El análisis biométrico confirmó que no existen diferencias morfológicas entre machos y hembras, como se deduce de los resultados obtenidos en los test aplicados para la totalidad de los parámetros morfométricos y merísticos analizados. Esta característica ha sido observada también para otras especies de anguilliformes como *Ophichthus rufus* (Casadevall i Masó, 1991).

El estudio radiológico realizado completó las fórmulas vertebrales y aporta por primera vez información acerca de las fórmulas radiales de estos congrios. La Tabla 14 compara los datos biométricos obtenidos en *M. compressus* con el resto de especies pertenecientes a la familia Myrocongridae. Se observa que las vértebras predorsales no discriminan esta especie de las otras descritas. Sin embargo las vértebras preanales y precaudales pueden ser utilizadas para discriminar esta especie de las otras descritas.

No existe demasiada información referente a la distribución vertical de la especie, aunque se tienen registros de captura de estos congrios a profundidades entre 100 y 1000 metros (González et al., 2004; Menezes et al., 2004 y González y Tariche, 2009). Los resultados obtenidos en el presente trabajo arrojan los primeros datos acerca de la distribución vertical de la especie por sexos y madurez sexual.

Tabla 14. Biometría comparada de las diferentes especies pertenecientes a la familia Myrocongridae.

| Fam. Myrocongridae | Presente trabajo | Castle (1991) | Castle y Bearez (1995) | | Karmovskaya (2006) | Paiva et al. (2011) |
|--|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| | <i>M. compressus</i> | <i>M. gracilis</i> | <i>M. nigrodentatus</i> | <i>M. proluxus</i> | <i>M. seychellensis</i> | <i>Myroconger sp.</i> |
| Longitud total (mm) | 308 - 611 | 484 | 366 | 383 | 450 | 431 |
| Datos merísticos | | | | | | |
| Nº poros línea lateral | 3 - 9 | | 6 | 11 | 4 | 5 |
| Radios pectorales | 15 - 20 | 16 | 16-17 | 15-16 | - | - |
| Radios dorsales a nivel ano | 104 - 114 | 134 | 100 | 156 | - | - |
| Radios dorsales totales | 288 - 324 | 349 | 298 | 398 | 300 | - |
| Radios anales totales | 184 - 238 | 229 | 213 | 239 | 163 | - |
| Vértebras predorsales | 6 - 8 | 7 | 6 | 5 | 7 | 4 |
| Vértebras preanales | 48 - 52 | 53 | 43 | 57 | 56 | 48 |
| Vértebras precaudales | 54 - 62 | 65 | 50 | 71 | 68 | - |
| Vértebras totales | 130 - 135 | 139 | 123 | 147 | 130 | 125 |
| Datos morfométricos (%LT) | | | | | | |
| Longitud preanal | 41,61 - 47,95 | 44,50 | 45,60 | 45,40 | 50,70 | 47,30 |
| Longitud predorsal | 10,75 - 14,75 | 9,90 | 13,60 | 10,30 | 12,20 | 13,90 |
| Longitud cefálica | 13,04 - 17,47 | 10,90 | 17,40 | 11,80 | 14,20 | 14,90 |
| Altura corporal a nivel del ano | 5,79 - 10,51 | 5,10 | 7,50 | 4,60 | 6,40 | 6,40 |
| Altura corporal a nivel de la apertura branquial | 6,53 - 10,36 | - | - | - | - | - |
| Longitud del tronco | 28,31 - 33,40 | - | - | - | 36,40 | - |
| Longitud de la aleta caudal | 30,41 - 58,39 | - | - | - | - | - |
| Datos morfométricos (%LC) | | | | | | |
| Longitud del hocico | 17,72 - 32,81 | 23,00 | 21,00 | 27,10 | 25,80 | 24,90 |
| Diámetro ocular | 12,56 - 17,97 | 15,00 | 15,10 | 13,90 | 11,70 | 12,70 |
| Distancia interorbital | 16,67 - 25,35 | 18,20 | 18,90 | 20,90 | 20,30 | 24,40 |
| Longitud mandíbula superior | 38,39 - 56,83 | 45,40 | 41,90 | 49,50 | 47,60 | 49,80 |
| Distancia interbranquial | 10,90 - 18,02 | 11,20 | 18,10 | 8,40 | 10,90 | 24,40 |
| Longitud de la aleta pectoral | 18,44 - 32,03 | 20,10 | 22,10 | 17,80 | 18,70 | 16,60 |

La distribución vertical por sexos, en los tres estratos batimétricos estudiados, no parece indicar una segregación de sexos en profundidad. El número de ejemplares capturados se registró en mayor proporción en el estrato 3 de profundidad (> 250 m), observándose un aumento progresivo en el número de capturas de machos y hembras con la profundidad. Su mayor presencia en estas cotas batimétricas está ligada sin duda a la presencia en estas profundidades de grandes biomasas de camarones pandálidos que probablemente constituyen una fracción importante de su dieta (González y Tariche, 2009).

El porcentaje de individuos maduros disminuyó con la profundidad, registrándose un 66,67 % de individuos maduros sexualmente en el estrato 3. El análisis de X^2 no mostró diferencias significativas en la proporción de individuos maduros e inmaduros en ninguno de los estratos de profundidad estudiados. La sex-ratio por estratos de profundidad presentó diferencias significativas sólo en el estrato 3 (>250 m), pero la alta proporción de machos presentes en cada estrato refleja la baja fiabilidad del test X^2 para tamaños muestrales inferiores a 30 casos. Estos resultados difieren de los obtenidos para otras especies de anguilliformes como *Conger conger* donde si se ha constatado un desplazamiento vertical de los sexos (Cau y Manconi, 1983). Con la finalidad de estudiar la distribución real de la especie y teniendo en cuenta que las capturas de estos congrios proceden del bycatch de la pesquería prospectiva de camarón soldado (*Plesionika edwardsii*) en aguas de Cabo Verde, cuyo rango de operabilidad se restringe entre los 100 y 350 de profundidad, convendría tener un tamaño muestral más amplio con datos de captura a mayores cotas de profundidad.

El estudio de la biología reproductora de *M. compressus* (tipología sexual, estrategia reproductora, madurez sexual y periodo reproductor) representa el primer documento en este campo sobre la especie, el género *Myroconger* y la familia Myrocongridae. Los resultados histológicos confirmaron que *M. compressus* presenta sexos separados, sin evidencias de inversión sexual o hermafroditismo. Este patrón ha sido observado en gran parte de las especies de anguilliformes.

La sex-ratio o proporción de sexos mostró diferencias significativas en el conjunto de la muestra, siendo la relación 1:0,48 a favor de los machos. La baja proporción de hembras encontrada puede estar asociada a diversos factores como la selectividad de las trampas utilizadas en la captura, o variaciones del comportamiento en machos de *M. compressus*, donde machos agresivos pueden restringir la probabilidad de que animales de menor talla y hembras entren en las trampas. La proporción de sexos por cuatrimestre no refleja diferencias significativas en la relación esperada 1:1, aunque es importante señalar que el bajo número de datos disponibles hace necesario confirmar este aspecto.

Los valores de sex-ratio por rango de tallas mostraron diferencias significativas entre individuos jóvenes de tallas pequeñas (310-450 mm) a favor de los machos, mientras que individuos adultos de tallas medias (470-530 mm) no evidenciaron diferencias en proporción de sexos. Individuos viejos de tallas grandes no presentaron diferencias en la sex-ratio, aunque no se puede concluir que no existen diferencias en la proporción de sexos ($n < 30$).

La época de puesta o periodo reproductor de *M. compressus* en aguas de Cabo Verde parece extenderse a lo largo de todo el año, con un pico de la puesta en los meses de verano. Durante el periodo estudiado se observaron machos y hembras maduros en todos los cuatrimestres analizados. Los ejemplares machos maduros y en puesta se registraron en los cuatrimestres 1 y 2, mientras que las hembras maduras y en puesta se observaron durante todo el año. Las observaciones de las evoluciones de los estados de madurez sexual reflejaron un porcentaje mayor de individuos en estado III y IV en los cuatrimestres 1 y 2.

Los valores del índice gonadosomático (IGS) observados fueron más elevados en el caso de las hembras que en machos. Esto es debido a que las hembras invierten una mayor energía durante la reproducción para producir las reservas vitelógicas de los huevos. El análisis del IGS (%) por cuatrimestre indicó niveles más altos en el cuatrimestre 2. Esto sugiere un incremento de la actividad reproductora, coincidiendo con los meses de verano donde existe una mayor disposición de alimento.

El pico de puesta de *M. compressus* coincide con el periodo reproductor de otros anguilliformes que comparten el mismo hábitat como *Conger conger* y *Gnathopis mystax*, cuyas épocas de reproducción se localizan en verano (Muus y Nielsen, 1999; Relini et al., 1999; Vallisneri et al., 2007) y entre julio-agosto (Casadevall i Masó, 1991) respectivamente.

Los huevos de *M. compressus* presentaron inclusiones de gotas de aceite en etapas de vitelogénesis avanzada de los ovocitos, fusionándose en general en la etapa de huevo maduro. La presencia de este tipo de estructuras indica un crecimiento larvario de la especie en fase pelágica y ha sido descrita en otros anguilliformes como *Gnathopis mystax* (Marinaro, 1971) y *Ophichthus rufus* (Sparta, 1937).

En el caso de la madurez sexual, la talla de primera madurez (L_m) o longitud a la cual el 50% de los individuos se encuentran maduros se estableció en 476 mm. Esta talla, calculada según la asignación de los estados de madurez sexual histológicos, resultó 19 mm menor que la talla de primera madurez obtenida a partir de los estados de maduración sexual otorgados macroscópicamente (497 mm). Esta diferencia refleja la dificultad de clasificar correctamente de manera visual el sexo y los estados de madurez sexual en estadios iniciales de desarrollo de las gónadas.

En la actualidad, *M. compressus* no se encuentra sometida a explotación pesquera. Las capturas de estos congrios se restringen a pescas de prospección en agua profundas con diferentes tipos de nasas donde son capturados como bycatch, principalmente en pescas dirigidas a camarón soldado (*Plesionika edwardsii*). El presente trabajo arroja nuevos datos acerca de la biología de la especie, aportando por vez primera información sobre los aspectos reproductivos.

Sería necesario un estudio más exhaustivo con un tamaño muestral más amplio que permita determinar otros parámetros eco-biológicos. De este modo, se podrían adoptar medidas de gestión pesquera que regulen su captura incidental en futuras pesquerías en aguas de Cabo Verde.

5. CONCLUSIÓN

1. Se confirma que *M. compressus* es una especie dioica o gonocórica.
2. *M. compressus* no presenta dimorfismo sexual.
3. *M. compressus* presenta en ambos sexos alometrías positivas entre la longitud total (LT) y el peso total (PT).
4. La especie no muestra indicios que sugieran segregación de sexos en profundidad.
5. *M. compressus* presenta una puesta pelágica a lo largo de todo el año con un pequeño pico de la puesta en los meses de verano.
6. La proporción de sexos o sex-ratio de *M. compressus* presenta diferencias significativas a favor de los machos (1:0,48).

7. Los valores del IGS (%) son mayores en las hembras que en los machos.

8. *M. compressus* presenta una madurez sexual a los 476 mm. El error que se comete al determinar el sexo y los estados de madurez de manera visual asciende al 24,67% y 6,49% respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

A todos/as los/las profesores/as del máster, por su dedicación y empeño en transmitir sus conocimientos, y a mis compañeros/as de máster que amenizaron las extensas jornadas lectivas durante los descansos en el rellano de la Facultad.

A Verónica, Dailos y Raúl, compañeros/as de muestreo, cuyas aportaciones, resolución de dudas y apoyo moral fueron vitales para la consecución de este trabajo.

Al Grupo de Ecología Marina Aplicada y Pesquerías (ULPGC) y al Departamento de Biología Pesquera (ICCM), por su colaboración en este proyecto dotándome de todos los medios necesarios.

Al Dr. José Antonio González Pérez (ICCM) y al Dr. José Mario Pajuelo González (ULPGC), ideólogos del presente estudio, por su profesionalidad y excepcional labor, enriqueciendo este trabajo con sus correcciones y sugerencias. Por su paciencia y su inestimable ayuda, y por depositar su confianza en mi persona, les estoy sumamente agradecido.

Y por último y más importante, a mis familiares y amigos/as, quienes nunca dudaron de mí, supieron comprenderme y darme ánimos en los momentos difíciles. Por el mismo motivo, de forma muy especial, a Zaika.

BIBLIOGRAFÍA

Afonso, P., Porteiro F.M., Santos R.S., Barreiros J.P., Works J. y P. Wirtz (1999) - Coastal marine fishes of São Tomé Island (Gulf of Guinea). *Arquipélago. Life and Marine Sciences*, 17(A): 65-92.

Anderson, R.O. y S.J. Gutreuter (1983) - Length, weight, and associated structural indices, p. 283-300. In: *Fisheries techniques* (L.A. Nielsen and D.L. Johnson, eds). American Fisheries Society, Bethesda.

Anderson, R.O. y R.M. Neumann (1996) - Length, weight, and associated structural indices, p. 447-482. In: *Fisheries techniques*, 2nd edition (Murphy, B. R. and D. W. Willis, eds). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.

Böhlke, E.B. (1982) - Vertebral formulae of type specimens of eels (Pisces: Anguilliformes). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 134: 31-49.

Böhlke, E.B. (1989) - Methods and terminology, p. 1-8. In: *Fishes of the western North Atlantic*, part 9, vol. 1 (E.B. Böhlke, ed.). *Memoir Sears Foundation for Marine Research*, New Haven.

Brito, A., R. Herrera, J.M. Falcón, J.A. García-Charton, J. Barquín y A. Pérez-Ruzafa (1999) - Contribución al conocimiento de la ictiofauna de las islas de Cabo Verde. *Revista de la Academia Canaria de la Ciencia*, 11 (3-4): 27-41.

Cau, A. y P. Manconi (1983) - Sex-ratio and spatial displacement in *Conger conger* (L.). *Rapport Commission Internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Mediterranee*, 28: 93-96.

Casadevall i Masó, M. (1991) - Aspectes anatòmics i biològics d'alguns anguilliformes i ophidiiformes del Mediterrani Occidental. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Biologia Animal, de Biologia Vegetal i d'Ecologia. 343 pp.

Castle, P.H.J. (1991) - First Indo-Pacific Record of the Eel Family Myrocongridae, with the Description of a New Species of *Myroconger*. *Copeia*, 1: 148-150.

Castle, P.H.J. y P. Bearez (1995) - Two new species of *Myroconger* (Anguilliformes, Myrocongridae) from the Pacific Ocean. *Cybium*, 19 (3): 211-222.

Filiz, H. y G. Bilge (2004) - Length-weight relationship of 24 fish from the North Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 431-432.

Froese, R. y D. Pauly (2012) - FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2012).

González J.A. y O. Tariche (2009) - Um olhar sobre a biodiversidade marinha e bases para a sua gestão sustentável. Potenciais recursos pesqueiros de profundidade de Cabo Verde. Dirección General de Relaciones con África, Gobierno de Canarias. Las Palmas de Gran Canaria: 176 pp.

González J.A., A.M. García-Mederos, J.A. Pérez-Peñalvo, S. Correia, C. Monteiro, A. Medina, R. González-Cuadrado, M. Rabassó, R. Domínguez-Seoane, M. Gimeno, V.M. Tuset, L.F. López-Jurado y J.I. Santana (2004) - Prospección con nasas para crustáceos y peces en aguas profundas de las Islas Cabo Verde. Resultados de la campaña “Taliarte 2003-08”. *Informes Técnicos del Instituto Canario de Ciencias Marinas*, 11: 1-76.

Grier, H. J. (1981) - Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *American Zoologist*, 21: 345-357.

Günther, A. (1870) - Catalogue of the Physostomi containing the families Gymnotidae, Symbranchidae, Muraenidae, Pegasidae and of the Lophobranchii, Plectognathi, Dipnoi, Ganoidei, Chondropterygii, Cyclostomata, Leptocardii in the collection of the British Museum. *Catalogue of the Fishes in the British Museum*, 8: 1-549.

Holden, M.J. y D.F.S. Raitt (1975) - Manual de ciencia pesquera: Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. *FAO Documento Técnico de Pesca*, 115: 211.

Karmovskaya, E.S. (2006) - New species of the genus *Myroconger*, *M. seychellensis* (Myrocongridae, Anguilliformes) from the western equatorial part of the Indian Ocean. *Journal of Ichthyology*, 46 (8): 563-565.

Marinaro J.Y. (1971) - Contribution a l'étude des oeufs et larves pelagiques de poissons méditerranéens. V Oeufs pelagiques de la baie d'Alger. Institute Océanographique Alger. *Pelagos*, 3(1):1-118.

Muus, B.J. y J.G. Nielsen, (1999) - Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book, Hedehusene, Denmark. 340 p.

Menezes, G.M., O. Tariche, M.R. Pinho, P.N. Duarte, A. Fernandes y M.A. Aboim (2004) - Annotated list of fishes caught by the R/V ARQUIPÉLAGO off the Cape Verde archipelago. *Arquipélago. Life and Marine Sciences*, 21A: 57-71.

Nelson, J.S. (1984) - Fishes of the world. 2nd edition. John Wiley y Sons, Inc., New York: 523 pp.

Paiva, C.C., M.E. Araújo, R.A. Caires, R. Salles, R.S. Medeiros y T.M. Cruz-Lotufó (2011) - Six new records of deep-sea fish off north-eastern Brazil. *Marine Biodiversity Records*, 4 (9): 1-5.

Parin, N.V., E.I. Kukuev y N.P. Pakhorukov (2010) - Species composition, distribution, and behavior of Fish on the Vavilov Underwater Ridge (the Atlantic Ocean). *Journal of Ichthyology*, 50(1): 12-19. [Original Russian text, published in *Voprosy Ikhtiologii*, 2010, Vol. 50, No. 1, pp. 16-23].

Relini, G., Bertrand J y A. Zamboni (1999) - Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo Centrale (Italia e Corsica). *Biologia Marina Mediterranea*, 6: 174-179.

Romero, P. (2002) - An etymological dictionary of taxonomy. Madrid, unpublished.

Saila, S.B., Recksiek, C.W. y H. Prager (1988) - Basic fishery science programs. A compendium of microcomputer programs and manual of operation. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 18: 1-230.

Smith D.G. (1984) - A redescription of the rare eel *Myroconger compressus* (Pisces: Myrocongridae), with notes on its osteology, relationships and distribution. *Copeia*, 3: 585-594.

Smith, D. (1989) - Family Myrocongridae, p. 98-103. In: Fishes of the western North Atlantic (E.B. Böhlke, ed). Part 9, vol. 1 Orders Anguilliformes and Saccopharyngiformes. *Memoir Sears Foundation for Marine Research, New Haven*.

Smith, D.G. (1990) - Myrocongridae. p. 149. In: Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA) (J.C. Quéro, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha, eds.). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 1.

Smith, D. G. (1999) - Myrocongridae: thin morays, p. 1641-1642. In: FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific (K. E. Carpenter and V. H. Niem, eds). FAO, Rome. Vol. 3.

Spartà A. (1937) - Contributo alla conoscenza dello sviluppo embrionale e post-embrionale nei Murenoidi. 1- *Caecula imberbis*, 2- *Ophichthys remicaudus*. *Memoria Reale Comitato Talassografico*, 244: 1-16.

Vallisneri, M., Scapolatempo M. y C. Piccinetti (2007) - Preliminary biological data on the northeast Mediterranean conger eel (*Conger conger*). *Boletín Instituto Español De Oceanografía*, 23: 111-114.

Wallace, R.A. y K. Selman (1981) - Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *American Zoologist*, 21: 325-343.

West, G. (1990) - Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Australian Journal of Marine Freshwater Research*. 41: 199-222.