

#### **IV. Descripción y Aspectos Biológicos de *Mullus barbatus* y *M. surmuletus*.**



## IV.1 Antecedentes

### IV.1.1 Descripción de la familia: Aspectos taxonómicos

Dentro de los peces teleósteos, la familia Mullidae es un grupo homogéneo que se encuentra representado por 55 especies pertenecientes a 6 géneros: *Mullus* Linnaeus, 1758; *Upeneus* Cuvier, 1829; *Upeneichthys* Bleeker, 1855; *Pseudupeneus* Bleeker, 1862; *Parupeneus* Bleeker, 1863; y *Mulloidichthys* Whitley, 1929 (Gosline, 1984; Eschmeyer, 1990; Nelson, 1994). Su cuerpo es alargado, ligeramente comprimido, cubierto con escamas grandes ctenoideas; línea lateral continua, poros ramificados; perfil anterior de la cabeza más o menos parabólico; escamas grandes en la cabeza. Boca pequeña, baja, subterminal; dientes pequeños; no caniniformes, sin incisivos ni molares. Premaxilar protractil, maxilar delgado, sin hueso suplementario, cubierto parcialmente por el ancho preorbital. Preopérculo entero o ligeramente aserrado; opérculo no armado, o con una espina sencilla. Ojos de tamaño moderado, generalmente de situación alta; pseudobranquia presente; 4 radios branquióstegos. Dos aletas dorsales bien separadas, ambas cortas, la primera con 6 a 8 espinas largas, en algunas especies la primera espina dorsal es muy pequeña; segunda aleta dorsal con 1 espina y 7 a 9 radios; anal corta, con 1 o 2 espinas cortas; pectorales 1 espina y 5 radios. Vejiga natatoria simple. Vértebrae 9+14=23; estómago con forma de sifón; alrededor de 20 ciegos pilóricos (Günther, 1859).

Los múlidos se diferencian de otras familias del suborden Percoidei principalmente por un par de barbillones hioideos (Gosline, 1984). Los barbillones se desarrollan a partir de la modificación del radio branquial anterior (Lo Bianco, 1907; Montalenti, 1956). Durante el desarrollo larvario estos radios modificados migran a lo largo del ceratohial anterior, al mismo tiempo que el ceratohial anterior bajo se extiende hacia adelante (McCormick, 1993). Respecto al resto de los pericoideos, los múlidos presentan dos cambios importantes en la estructura anterior de la cabeza. La primera, se localiza en el suspensorio. El hueso más anterior del suspensorio, el palatino, presenta un hueso por detrás, el mesopterigoides, que está articulado con el cráneo. La parte superior del palatino está unida por detrás al

puntal del mesopterigoides por un área flexible de cartílago que provee una unión entre el componente anterior y posterior del suspensorio (Gosline, 1984).

El otro cambio aparente en la estructura anterior de la cabeza se localiza en la superficie de la serie de los huesos circumorbitales. Existe una disociación del lacrimal con el etmoides lateral, el lacrimal se extiende hacia adelante solapándose con el eje maxilar, el lacrimal tiene poco contacto con el etmoides lateral, mientras que la parte posterior del infraorbital mantiene el contacto principal con el etmoides lateral (Smith y Bailey, 1962).

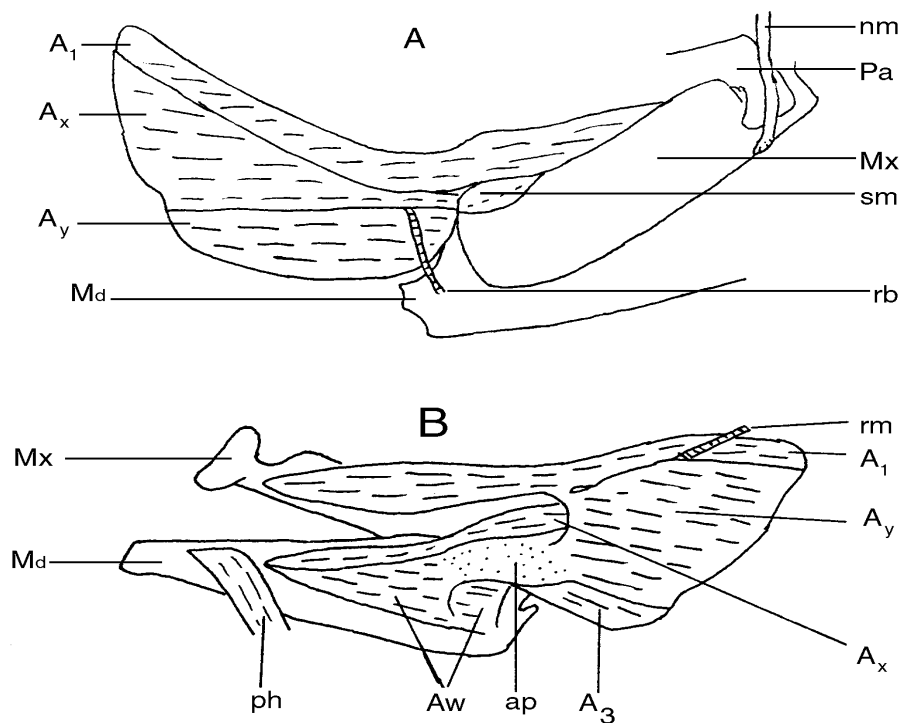
El hueso nasal presenta una unión rígida posterior con el cráneo. Se ha perdido el ligamento etmoides-maxilar, que funcionalmente, ha sido reemplazado por un ligamento que pasa anteriormente por el borde lateral del hueso nasal sobre la punta del palatino, uniéndose al borde anterior del maxilar (Gosline, 1984). Lo Bianco (1907) sugiere que la rigidez de la parte posterior del cráneo en *Mullus* está asociada a la acción de cavar el fondo con el morro.

La boca de los múlidos es protráctil, y hay un gran número de especializaciones del premaxilar relacionadas con su proyección. La cara anterior del vómer tiene un relieve medio, rugoso, cartilaginoso, sobre el cual se desliza el proceso premaxilar (Starks, 1926). El eje de la maxila es más o menos igual de profundo en toda su extensión, el ligamento primordial se une a su borde externo, la punta del palatino se extiende hacia abajo sobre la maxila formando una saliente mas o menos expandida. Existen otras modificaciones relacionadas con la proyección hacia abajo. El supramaxilar presenta una escama especializada que se extiende hacia la parte distal terminal del hueso maxilar. La escama supramaxilar difiere del hueso supramaxilar en que su base se solapa con la maxila más que montarse en su borde superior. Normalmente, los múlidos presentan escamas en la maxila, aunque en algunas especies de *Upeneus* sólo se encuentran presentes las escamas supramaxilares (Gosline, 1984).

La configuración del músculo abductor mandibular en la familia Mullidae es compleja, hay cinco secciones más o menos

separadas de este músculo que pasa entre el suspensorio y la mandíbula (Figura IV, 1). El componente A1 se origina en la parte posterior del suspensorio y se inserta en la superficie interna de la maxila justo detrás de la cabeza proximal del hueso. El componente A2 estar representado por dos secciones, la superior pasa por una inserción a lo largo de la cara interior de la mandíbula, la sección inferior cubre casi por completo la sección superior. La rama mandibular del nervio V pasa por la parte media anterior hacia A1 y la sección superior de A2, luego continúa hacia la mandíbula entre las dos secciones de A2, algunas veces, hay un brazo que pasa por debajo cruzando la base de la sección baja de A2. Normalmente A3 es el músculo más pequeño visible sólo desde el interior (Gosline, 1984).

Figura IV, 1. Músculos aductores de la mandíbula y características topográficas asociadas en *Upeneus moluccensis*. Vista externa **A** e interna **B**. **A<sub>1</sub>**, **A<sub>3</sub>** y **A<sub>w</sub>**, tres de las secciones del músculo abductor mandibular; **A<sub>x</sub>** y **A<sub>y</sub>**, dos partes de la sección usual **A<sub>2</sub>**; **ap**, aponeurosis; **Md**, mandíbula; **Mx**, maxila, **nm**, ligamento maxilonasal; **Pa**, palatino; **ph**, parte más anterior del músculo protractil *hioideus*; **rb**, brazo inferior de la rama del nervio *mandibularis*; **rm**, *ramus mandibularis*; y **sm**, escama supramaxilar. Redibujado de Gosline (1985).



Los múlidos presentan una peculiaridad en el borde del hueso postorbital. Entre la proyección esfenótica y el borde frontal de la órbita se observa un hueco que está cruzado externamente por el dermoesfenoides. En *Mullus*, *Mulloidichthys* y *Upeneichthys*, el músculo dilatador opercular pasa por este hueco uniéndose a la superficie interna de la pared de la órbita.

Otras dos peculiaridades de la familia están asociadas a las aletas. Las escápulas de la cintura pectoral presentan uno, dos, o tres forámenes cada una (Starks, 1930), el foramen anterior de los múlidos corresponde al que presentan todos los peces. Externamente la aleta caudal de los múlidos es simétrica pero el esqueleto caudal es más asimétrico de lo usual (Monod, 1968). Los hipurales del lóbulo caudal superior están fusionados uno con otro y con el proceso urostial, mientras que los hipurales del lóbulo inferior se mantienen separados (Gosline, 1984).

#### IV.1.1.1 Filogenia de la familia Mullidae

La ubicación sistemática de la familia Mullidae ha sido muy cambiante y actualmente no queda del todo claro su situación, debido a que las características utilizadas han dado lugar a diversidad de opiniones que a través de los tiempos, han sido expuestas sobre su clasificación. Günther (1859) basándose en el número de membranas branquiostegas y la presencia de los barbillones que se asemejan a los de Polymixiidae (tomando en cuenta la afinidad de Polymixiidae con Berycidae), colocó a la familia Mullidae dentro del suborden Berycoidei. Boulenger (1904) basándose en el número de vértebras de la columna vertebral y la presencia del borde subocular, los relacionó con la familia Sparidae. Tomando en cuenta la unión de la sección A1 del músculo abductor mandibular con el hueso infraorbital, la cual sólo se da en los múlidos y los lutjánidos, Regan (1913) los relacionó con Lutjanidae aunque menciona que ambas familias difieren en muchas especializaciones características. Gosline (1984) revisa las peculiaridades estructurales de Mullidae y concluye que la relación entre múlidos y espáridos no es muy clara, sin embargo, no puede sugerir una relación más convincente para la familia. Actualmente la clasificación sistemática de la Familia es la siguiente (Nelson, 1994).

Phylum: Chordata  
 Subphylum: Vertebrata (Craniata)  
 Superclase: Gnathostomata  
 Clase: Actinopterygii  
 Subclase: Neopterygii  
 División: Teleostei  
 Subdivisión: Euteleostei  
 Superorden: Acanthopterygii  
 Serie: Percomorpha  
 Orden: Perciformes  
 Suborden: Percoidei  
 Familia: Mullidae

En el mar Mediterráneo, la familia Mullidae están representadas por dos especies nativas pertenecientes al género *Mullus* (*M. barbatus* y *M. surmuletus*). Tres especies del mar Rojo *Upeneus moluccensis*, *U. asymmetricus* (Ben-Tuvia, 1985; Ben-Eliahu y Golani, 1990; Golani y Galil, 1991) y *U. pori* (Ben-Tuvia y Golani, 1989) han emigrado a través del Canal de Suez y se han establecido en el Mediterráneo Este. Los primeros reportes de *Upeneus tragula* en las costas Mediterráneas de Turquía (Tortonese, 1953) y de Israel (Ben-Tuvia, 1966) son identificaciones erróneas de *U. asymmetricus* (Ben-Tuvia y Kissil, 1988). La presencia de *Upeneus moluccensis* en las costas de Palestina fue reportada por primera vez por Hass y Steinitz (1947) siendo identificada erróneamente como *Upeneus auriflamma* (Ben-Tuvia, 1966). Papaconstantinou (1990) encontró a *U. moluccensis* al sur del Mar Egeo.

#### IV.1.2 Género *Mullus*

Género *Mullus* Linnaeus, Systema Naturae, Ed.x, 1758,299 (*barbatus*)

Las cuatro especies pertenecientes al género *Mullus* (*M. barbatus*, Linnaeus, 1758; *M. surmuletus*, Linnaeus, 1758; *M. auratus*, (Jordan y Gilbert, 1882) y *Mullus argentinae* Hubbs & Marini, 1933) se caracterizan por presentar: dientes viliformes en la mandíbula inferior, en el vómer, en el palatino y ausentes en la mandíbula superior (Günther, 1859; Jordan y Evermann, 1896; Hureau, 1986; Fisher *et al.*,1987; Ben-Tuvia y Kissil, 1988). Sin

embargo, Moreau (1881) señala que la maxila superior en *M. surmuletus* no esta siempre edentada, presentando pequeños dientes caducos en la parte posterior. Jordan y Gilbert (1882), en la descripción original de *M. auratus*, señalan la presencia de dientes en la mandíbula superior. Caldwell (1962) describe el desarrollo y pérdida gradual de pequeños dientes caniniformes en la mandíbula superior de los juveniles de *M. auratus* (12.0-106.5 mm de longitud estándar,  $L_S$ ). Wirszubski (1953) describe un patrón similar en los juveniles de *M. barbatus* (40.0-89.0 mm de longitud estándar,  $L_S$ ).

En la cubeta mediterránea, se encuentran presentes dos de las cuatro especies pertenecientes al género *Mullus*, *M. barbatus* y *M. surmuletus*. Desde Linneo (1758) a Mamuris *et al.* (1998), pasando por Rafinesque (1810), Moreau (1881), Fage (1909), Ninni (1912), Remotti (1933), Bougis (1952), Montalenti (1956), entre otros, ha sido cambiante el nombre y número de especies admitidas.

Linneo (1758) reconoció la existencia de *Mullus barbatus* y *M. surmuletus*, sin embargo, Brünnich (1768) consideró a las dos especies como dos formas distintas de una única especie, *M. barbatus*. Rafinesque (1810 en Moreau, 1881) describió una tercera especie *M. fuscus*, diferenciándola por alcanzar tallas mayores, cuerpo más alto y escamas de mayor tamaño con espinas más pequeñas y numerosas que en las otras dos especies. Moreau (1881) reconoció la existencia de estas tres especies. Fage (1909) estudiando el perfil anterior de la cabeza de 150 *Mullus* provenientes de Bañuls (Mediterráneo Noroccidental) y del Atlántico, reportó la existencia de una sola especie *M. barbatus*, determinando un arreglo que pasa por 7 fases intermedias entre la forma típica pertenece al múlido de fango, cuyo ángulo es más obtuso que el de la variedad *surmuletus* (múlido de roca), con ángulo más agudo. Concluyendo que el modo *surmuletus* es el más meridional y más común en el Mediterráneo y el modo septentrional *M. barbatus* es el más común en el Atlántico. Ninni (1912) reconoció a las dos especies (*M. barbatus* y *M. surmuletus*), basándose en las diferencias de distribución espacio temporales de sus alevines. Remotti (1933) encontró diferencias bien claras en la actividad de la tiroides, atribuyendo estas variaciones a las diferencias en la distribución



ecológica o a la diversidad de exigencias ambientales, supuso que se trataba de dos expresiones endocrinas de una entidad sistemática única, *M. barbatus* la expresión hipertiroidea y *M. surmuletus* la hipotiroidea, por lo que propuso reunir las con el nombre de *M. mediterraneus* (procedimiento inadmisibles según la regla de nomenclatura zoológica). Corradini (1935), no logró separar a las dos especies por el perfil de la cabeza por lo que reconoce la existencia de sólo una especie. Castelnuovo (1936) utilizó métodos biométricos y no encontró ningún criterio para poder resolver la problemática de la sistemática de *Mullus*. Bougis (1952) en su estudio biométrico de las dos especies no encontró morfos intermedios, menciona que la coloración del cuerpo y el ángulo del perfil de la cabeza son incapaces de permitir una discriminación entre los dos tipos, sin embargo, al comparar el ángulo del perfil de la cabeza entre los morfos de tallas similares encontró diferencias, concluyendo que la coloración de la primera aleta dorsal y las escamas de la mejilla permiten una buena separación entre ambos morfos, y considera que se deben considerar como dos especies separadas. Lozano y Rey (1952) reconoce a *M. barbatus* como especie típica y pone en duda la distinción de subespecie de *M. barbatus surmuletus*, argumentando que la longitud del rostro, que constituye uno de los caracteres distintivos de mayor importancia utilizados por Fage (1909), varía de forma muy gradual entre un individuo y otro, concluyendo que más que tratarse de una subespecie parece que se trata de modalidades distintas de adaptación circunstancial debida a la influencia del medio. Montalenti (1956) realizó una descripción detallada del desarrollo ontogénico del huevo hasta el asentamiento de las larvas, reconociendo la existencia de las dos especies. Tortonese (1975) concluye que *M. barbatus* y *M. surmuletus*, pertenecen a especies bien diversas y que existen diferencias claras tanto morfológicas (perfil de la cabeza, posición del ojo, número de escamas en la mejilla, coloración del cuerpo y de la primera aleta dorsal) como biológicas (tasas de crecimiento, talla máxima y tipo de hábitat). Arias y Morales (1977), Basaglia y Callegarini (1988), Cammarata *et al.* (1991) y Mamuris *et al.* (1998) encontraron que aun cuando existen grandes similitudes genéticas, que indican un proceso reciente de especiación, se pueden reconocer la existencia de las dos especies, *M. barbatus* y *M. surmuletus*.

Hureau (1973 y 1986) reconocen la existencia de la subespecie *Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927, que se encuentra en el mar Negro y el Mar de Azov, la distinguen de *M. barbatus barbatus* por el número de escamas suborbitales (4), la longitud de la maxila (en el adulto no alcanza el margen anterior del ojo), su coloración general plateada y su coloración oscura entre las aletas dorsales y la línea lateral.

#### IV.1.2.1 *Mullus barbatus* Linneo, 1758 p.299

*Mullus ruber*, Lacepède 1801:382, 385 [Hist.Nat.Poiss.v. 3].

*Mullus fuscatus*, Rafinesque 1810:35, Pl. 8 (fig. 3) [Caratteri; Gen. Spec. Sicily]. (*Partim*)

Se distribuye en el Mar Mediterráneo, en el Atlántico Este a lo largo de las costas de Europa y África, de las Islas Británicas (ocasionalmente Escandinavia) a Dakar, las Azores, las Canarias (Totonese, 1975; Hureau, 1986; Fisher *et al.*, 1987), y el Canal de Suez (Ben-Tuvia y Kissil, 1988).

La mayoría de los autores coinciden, que *Mullus barbatus* es una especie con ciclo de vida corto (alrededor de 4 años). La maduración sexual comienza en primavera (a principios de verano la mayoría de los individuos aparecen maduros). El desove ocurre de marzo a junio con un pico máximo en abril-mayo, entre las isobatas de 80 y 120 m. Los huevos y larvas son arrastrados por las corrientes superficiales hacia la costa. Cuando las postlarvas alcanzan una talla de 45-50 mm  $L_T$ , abandonan la vida pelágica y se trasladan a hábitats bentónicos, principalmente sobre fondos fangosos y ocasionalmente sobre fondos arenosos y de grava en la plataforma continental. Este asentamiento (julio a septiembre) tiene lugar en áreas someras (10-55 m) y se observa un paulatino desplazamiento hacia aguas más profundas a medida que los individuos crecen. El reclutamiento al arte de pesca (80-90 mm  $L_T$ ) sucede entre invierno y primavera (Bougis, 1952; Wirszubski, 1953; Planas *et al.*, 1955; Larrañeta y Rodríguez-Roda, 1956; Montalenti, 1956; Gottlieb, 1956; Suau y Vives, 1957; Sánchez *et al.*, 1983; Sabates y Palomera, 1987; Golani y Galil, 1991; Tursi *et al.*, 1994; Sánchez *et al.*, 1995; Demestre *et al.*, 1997).

El intervalo de distribución batimétrica de *M. barbatus* va de 0 a 300 m (Lloris, 1992-1994). Aparece frecuentemente entre 50 y 100 m y raramente a profundidades de 100 a 200 m. (Planas *et al.*, 1955; Suau y Vives, 1957; Sánchez *et al.*, 1983; Golani y Galil, 1991; Reñones *et al.*, 1995). Durante el día, se mueve en solitario o en pequeños grupos sobre el fondo, ocasionalmente forma cardúmenes con *M. surmuletus*, pero normalmente se encuentran segregados. Durante la noche, los salmonetes se posan sobre el fondo formando agrupaciones discretas y dispersas. Se alimenta de pequeños crustáceos, moluscos, equinodermos y anélidos (Gharbi y Ktari, 1979; Caragitsou y Tsimenidis, 1982; Frogliá, 1988; Ben-Eliahu y Golani, 1990; Golani y Galil, 1991; Badalamenti *et al.*, 1992).

#### IV.1.2.2 *Mullus surmuletus* Linneo, 1758 p.299

*Mullus fuscatus*, Rafinesque 1810:35, Pl. 8 (fig. 3) [Caratteri; Gen. Spec. Sicily]. (*Partim*)

*Mullus erythraeus*, Sauvage 1881:101 [1] [Bull. Soc. Philomath. Paris (Ser. 7) v. 5.

*Mullus major*, Costa 1846:Mullus p. 2 [Fauna Napoli Part 1]. Naples, Italy.

*Mullus barbatus surmuletus* Day, 1810: pl.8 (fig.2) Lozano Rey, 1952: 245 & 249.

Se distribuye en el Mar Mediterráneo, en el Atlántico Este a lo largo de las costas de Europa y África, del Canal de la Mancha (ocasionalmente en el Mar del Norte) hasta Dakar (Totonese, 1975; Hureau, 1986; Fisher *et al.*, 1987), y el Canal de Suez (Ben-Tuvia y Kissil, 1988).

Es una especie con ciclo de vida corto, alrededor de 4 a 6 años. La maduración de las gónadas comienza en primavera, aproximadamente un mes antes que *M. barbatus*, observándose hembras desovantes de abril a junio. El desove ocurre de febrero a mayo con un pico máximo en marzo y abril, entre las isobatas de 30 y 70 m. Los huevos y larvas son arrastrados por las corrientes superficiales hacia la costa. Cuando las postlarvas alcanzan una talla de 50 60 mm  $L_T$  (julio-septiembre), se trasladan a hábitats

bentónicos de la plataforma continental, sobre fondos rocosos y de grava, praderas de *Posidonia oceanica* y ocasionalmente sobre fondos arenosos y fangosos. Este asentamiento tiene lugar en áreas someras (7-15 m) y se observa un paulatino desplazamiento hacia aguas más profundas a medida que los individuos crecen. El reclutamiento al arte de pesca (80-90 mm  $L_T$ ) sucede entre otoño e invierno (Bougis, 1952; Montalenti, 1956; Suau y Vives, 1957; Menu y Girin, 1978; Gharbi y Ktari, 1981; Sánchez *et al.*, 1983; Sabates y Palomera, 1987; Morales-Nin, 1991; Gonzales y Lorenzo, 1993; N'Da y Déniel, 1993; Sánchez *et al.*, 1995; García-Rubies y Macpherson, 1995; Reñones *et al.*, 1995).

El intervalo de distribución batimétrica de *M. surmuletus* va de 0 a 460 m (Lloris, 1992-1994; Lombarte *et al.*, *in press*). Aparece frecuentemente entre 50 y 100 m y raramente a profundidades mayores de 100 m. (Sánchez *et al.*, 1983; Golani y Galil, 1991; Reñones *et al.*, 1995; Lombarte *et al.*, *in press*). Suele ser menos gregario que *M. barbatus*, durante el día se mueve en grupos pequeños o en solitario, ocasionalmente forma cardúmenes con *M. barbatus*. Durante la noche, los salmonetes se posan sobre el fondo formando agrupaciones discretas y dispersas. Se alimenta de pequeños crustáceos, moluscos, equinodermos y anélidos (Gharbi y Ktari, 1979; Frogia, 1988; Arculeo *et al.*, 1989; Badalamenti y Riggio, 1989; Sparla, 1989; Ben-Eliahu y Golani, 1990; Golani y Galil, 1991; Badalamenti *et al.*, 1992; N'Da, 1992; Labropoulou, *et al.*, 1997).

## IV.2 Objetivos

El objetivo principal de este estudio es el de determinar algunas de las diferencias biológicas, merísticas y morfométricas de dos especies simpátricas del género *Mullus* a lo largo de su desarrollo ontogénico.

- Examinar la pérdida de los dientes del premaxilar durante el desarrollo juvenil de *Mullus barbatus* y *M. surmuletus* y su posible relación con el cambio de hábitat.

- Determinar las variaciones intra e interespecíficas de las dimensiones métricas de la cabeza y la longitud total en ambas especies del género *Mullus*.

### IV.3 Material y métodos

El material analizado en el presente apartado proviene de las capturas comerciales de arrastre y trasmallo del puerto pesquero de Vilanova i la Geltrú. En el análisis de los dientes, los organismos de *Mullus barbatus* de entre 40 y 60 mm de  $L_T$  provienen del Proyecto ARECES 93-94.

La mandíbula superior de 39 organismos de *Mullus barbatus* con intervalos de 40 a 120 mm ( $L_T$ ) y 27 organismos de *M. surmuletus* con intervalos de 60 a 120 mm ( $L_T$ ) se diseccionaron bajo el microscopio estereoscópico, limpiándolas de cualquier tejido. Con ayuda de la cámara clara, las mandíbulas se proyectaron y dibujaron.

La relación entre la longitud total ( $L_T$ ) y el número de dientes ( $T$ ) en cada premaxilar se determinó a partir de la ecuación exponencial  $T = \beta_0 e^{\beta_1 L_T}$ . Las pendientes de las curvas de la pérdida de la dentición entre mandíbula y entre especies se compararon utilizando la prueba de  $t$  de Student, calculándose el límite de confianza a un nivel de 95% (Sokal y Rohlf, 1981).

Para el análisis morfométrico, se consideraron 12 variables medidas a 250 especímenes de *Mullus barbatus* (de 56 mm a 205 mm  $L_T$ ), y a 298 especímenes de *M. surmuletus* (60 mm a 310 mm  $L_T$ ). Las medidas morfométricas mayores a 100 mm se tomaron con ictiómetro ( $\pm 0.5$  mm) y las menores de 100 mm con pie de rey ( $\pm 0.05$  mm), el labio superior se incluyó en todas las medidas en las que se encontraba envuelta la punta del rostro. Todas las medidas de longitud están expresadas en longitud total (Figura IV, 2)

A-H.- Longitud total ( $L_T$ ). De la punta del rostro hasta el extremo posterior del radio más largos de la aleta caudal, juntando ambos lóbulos.

A-G.- Longitud de la cabeza ( $L_C$ ). De la punta del rostro hasta el borde posterior del opérculo.

Alto de la cabeza ( $H_C$ ). Medida perpendicular con el borde posterior del opérculo.

Ancho de la cabeza ( $W_C$ ). Medida transversal con el borde posterior del opérculo.

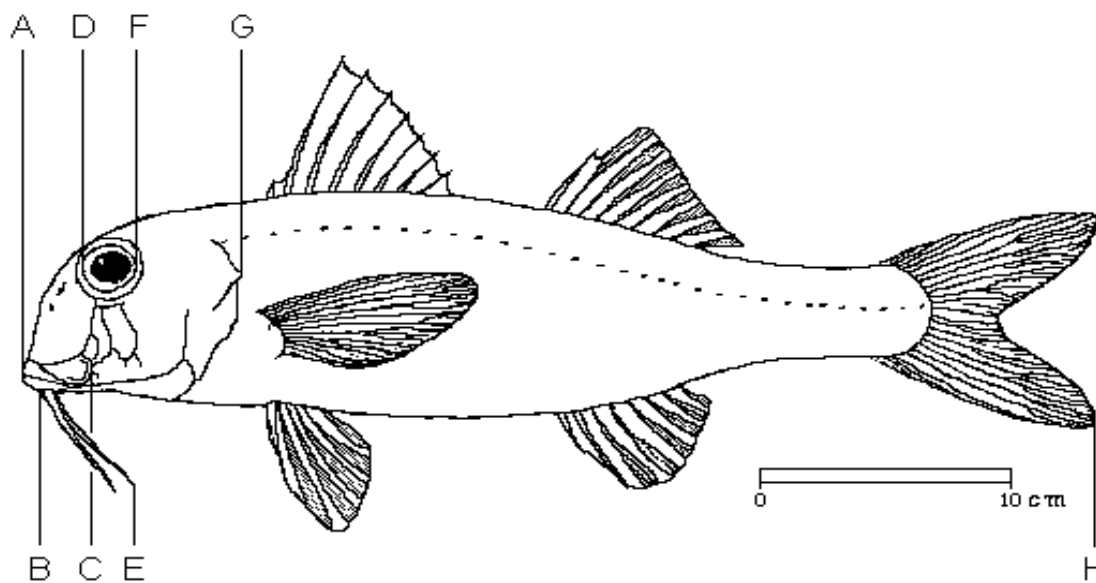
A-C.- Longitud de la boca cerrada ( $L_{MC}$ ). De la punta del rostro hasta el borde posterior de la mandíbula superior.

Ancho de la boca cerrada ( $W_{MC}$ ). Medida en transversal con el borde posterior de la mandíbula superior.

Altura de la boca abierta ( $H_{OM}$ ). Medida de la apertura máxima.

Ancho de la boca abierta ( $W_{OM}$ ). Medida de la apertura máxima.

Figura IV, 2. *Mullus barbatus*, esquema de medidas morfométricas, las letras indican los puntos de medición (redibujado de Soljan, 1975).



D-F.- Diámetro del ojo ( $D_E$ ). Ancho horizontal interno de los huesos de la cuenca del ojo.

A-D.- Longitud del rostro ( $L_R$ ). De la punta del rostro hasta el borde anterior de la cuenca del ojo.

B-E.- Longitud de los barbillones ( $L_B$ ). De la parte anterior de la base del barbillón hasta el extremo del barbillón más largo.

Ancho de la base del barbillón ( $W_B$ ) Ancho horizontal de la base del barbillón.

Las relaciones de longitud se estimaron mediante el análisis de regresión, con un ajuste de mínimos cuadrados (Nonlinear Estimation, STATISTICA Stat Soft Inc.1993), a partir de la ecuación potencial, tomando la longitud total y la longitud cefálica como variables independientes, y las demás variables como variables dependientes:

$$Y = \beta_0 X^{\beta_1}$$

donde:  $Y$  = variable dependiente,  $X$  = variable independiente ( $L_T$ ,  $L_C$ ),  $\beta_0$  = ordenada al origen de la regresión potencial,  $\beta_1$  = pendiente de la regresión potencial.

Las pendientes de las curvas de regresión se compararon con el valor hipotético de isometría mediante la prueba de  $t$  (Sokal y Rohlf 1981):

$$t_b = \frac{b_1 - b_h}{err.st. b_1}$$

al igual que las comparaciones entre especies ( $t_s$ ):

$$t_s = \frac{b_1 - b_2}{\sqrt{err.st.b_1 + err.st.b_2}}$$

donde:  $\beta_i$  = pendiente de la especie  $i$ ,  $\beta_h$  = pendiente hipotética de isometría,  $err.st.\beta_i$  = error estándar de  $\beta_i$ .

Para el análisis de componentes principales (PCA), los individuos de cada especie se normalizaron de acuerdo con la ecuación:

$$Z_{ij} = Y_{ij} a_i [L_{T_0}/L_{T_j}]^{b_i}$$

donde  $Z_{ij}$  es el valor de la variable  $Y_{ij}$  una vez transformada,  $L_{T_0}$  representa el valor referencia de talla al que todos los individuos son reducidos (o amplificados) (Lombarte y Leonart, 1993). Con esta transformación se elimina el efecto de las diferencias de tamaño y cambios de forma relacionados con esta.

A partir del histograma de frecuencia porcentual relativa por intervalo de clase (10 mm), se obtuvieron los valores de las modas de cada grupo de edad. La edad de los especímenes estudiados se estimó a partir de los parámetros de la curva de crecimiento de von Bertalanffy estimados por Demestre *et al.* (1997) para *Mullus barbatus* y por Sánchez *et al.* (1995) para *M. surmuletus*:

$$Mullus barbatus; L_T=33.0*1-e^{-0.380*(t+0.068)}$$

$$Mullus surmuletus; L_T=44.12*1-e^{-0.268*(t+0.070)}$$

A partir del análisis de los datos provenientes de las capturas comerciales de arrastre y trasmallo del (Sánchez *et al.*, 1991) se obtuvo el intervalo de distribución batimétrica.

## IV.4 Resultados

### IV.4.1 *Mullus barbatus* Linneo, 1758 p.299

#### IV.4.1.1 Diagnósis

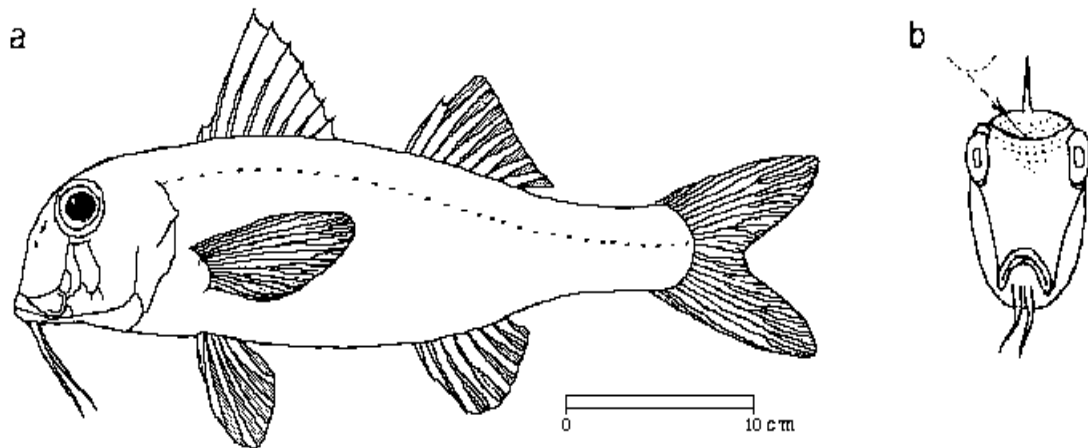
Cuerpo alargado y moderadamente comprimido. Cabeza corta, su longitud ( $L_C$ )  $4.4897 \pm 0.3447$  en la longitud total ( $L_T$ ), la altura de la cabeza ( $H_C$ )  $1.3805 \pm 0.1283$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ), el ancho de la cabeza ( $W_C$ )  $2.3026 \pm 0.2254$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ). Rostro corto, su longitud ( $L_R$ )  $2.2010 \pm 0.2251$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ), el perfil es cercanamente vertical, la zona interocular vista frontalmente, es cóncava, los arcos supraoculares sobresalen por arriba de su nivel (Figura IV, 3). Ojo mediano, el diámetro de la órbita ( $D_E$ )  $3.2895 \pm 0.3315$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ). Tres escamas suborbitales la primera más pequeña que las sucesivas. Boca pequeña, ligeramente inferior y oblicua, formando un ángulo de unos  $30^\circ$  a la horizontal; maxila parcialmente cubierta por el preorbital, alcanza la vertical del frente de la órbita, su longitud ( $L_{CM}$ )  $3.1853 \pm 0.4328$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ); ancho de la boca cerrada ( $W_{CM}$ )  $4.1121 \pm 0.6367$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ), altura de la boca abierta ( $H_{OM}$ )  $2.0364 \pm 0.2336$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ), ancho de la boca abierta ( $W_{OM}$ )  $1.9396 \pm 0.1962$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ) Un par de barbillones hioideos cortos, su longitud ( $L_B$ )  $1.4596 \pm 0.1984$  en la  $L_C$  (Tabla IV, 1). Opérculo sin espinas.



Tabla IV, 1. Proporciones morfométricas de *Mullus barbatus*.

	Media	SD	N		Media	SD	N
$L_C$ en $L_T$	4.4897	0.3447	250	$L_B$ en $L_C$	1.4596	0.1984	84
$H_C$ en $L_C$	1.3805	0.1283	250	$L_{CM}$ en $L_C$	3.1853	0.4328	250
$W_C$ en $L_C$	2.3026	0.2254	250	$W_{CM}$ en $L_C$	4.1121	0.6367	250
$L_R$ en $L_C$	2.2010	0.2251	250	$H_{OM}$ en $L_C$	2.0364	0.2336	71
$D_E$ en $L_C$	3.2895	0.3315	250	$W_{OM}$ en $L_C$	1.9396	0.1962	72

Figura IV, 3. Esquema de *Mullus barbatus*: a) vista lateral del cuerpo; b) vista frontal de la cabeza (redibujado de Soljan, 1975).



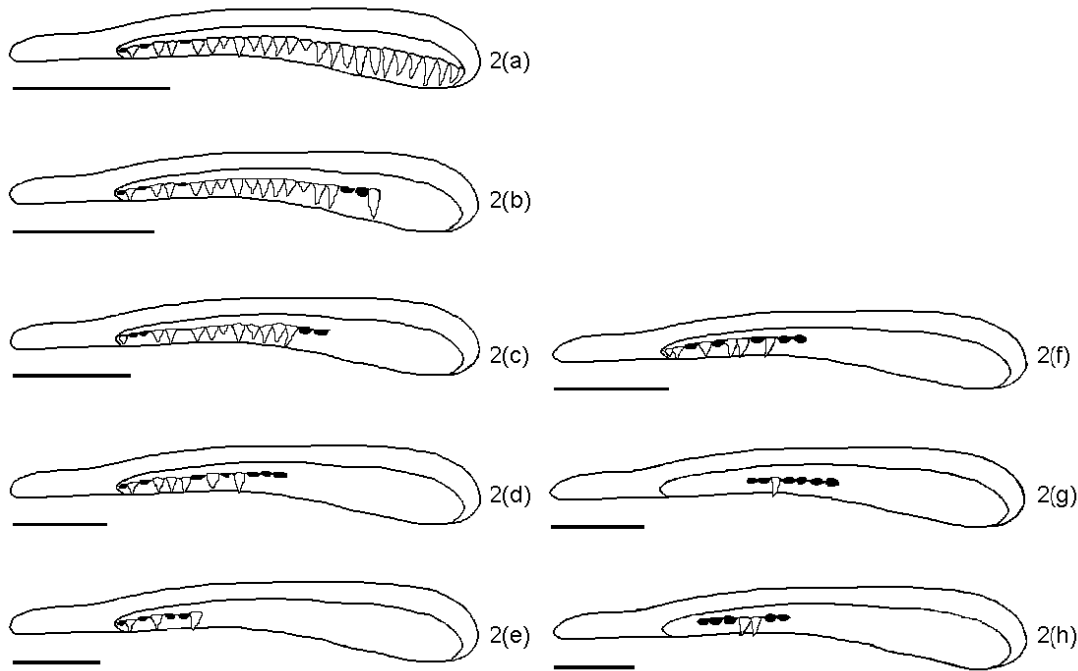
#### IV.4.1.2 Dentición

Pequeños dientes viliformes en la mandíbula inferior, vómer y palatinos. Pequeños dientes caninos en el premaxilar, presentes en la etapa juvenil (50-100 mm  $L_T$ ).

En ningún organismo  $>50$  mm  $L_T$  fueron evidentes los dientes de la mandíbula superior. En todos los casos, los dientes estuvieron presentes pero no visibles debido a que se encontraban cubiertos por el labio superior. En el intervalo de 40 a 59 mm  $L_T$  una sola hilera de pequeños dientes móviles cubre prácticamente toda el área de inserción dentaria. Los primeros dientes en desaparecer son aquellos cercanos a la parte anterior del premaxilar, subsecuentemente, los dientes comienzan a desaparecer al azar, en el intervalo de 70-79 mm, los dientes de la parte distal desaparecen, finalmente, sólo algunos dientes de la parte más posterior del premaxilar permanecen, a medida que los juveniles crecen, los alvéolos vacíos comienzan a ser menos

obvios especialmente aquellos cercanos a la parte anterior del premaxilar (Figura IV, 4a-e).

Figura IV, 4. Vista ventral del premaxilar izquierdo de *Mullus barbatus* (a) 45 mm, (b) 50 mm, (c) 60 mm, (d) 70 mm (e) 81 mm; y *M. surmuletus* (f) 60 mm, (g) 73 mm, (h) 88 mm. En el dibujo se muestran los alvéolos (en negro) y los dientes. Barra = 0.1 mm.



Los especímenes de 40 a 49 mm, presentaron 15-23 pequeños dientes en cada premaxilar (Tabla IV, 2). Los dientes varían en tamaño y están orientados posteroventralmente. En un espécimen de 45 mm  $L_T$  se encontraron 23 dientes en el premaxilar izquierdo más tres alvéolos en la posición 1, 3 y 6 de atrás para adelante (Figura IV, 4a). Entre 50-59 mm, los especímenes presentaron de 7-15 dientes en cada premaxilar (Tabla IV, 2). En un organismo de 50 mm  $L_T$  se encontraron 15 dientes en el premaxilar izquierdo más cinco alvéolos en la posición 1, 3, 6, 18 y 19 (Figura IV, 4b). Entre 60-69 mm los especímenes tienen 2-11 dientes en cada lado (Tabla IV, 2). En un espécimen de 60 mm  $L_T$  se encontraron 11 dientes en el premaxilar izquierdo más cinco alvéolos en la posición 2, 3, 6, 15 y 16 (Figura IV, 4c). Entre 70-79 mm los especímenes tienen 3-6 dientes en cada premaxilar (Tabla IV, 2). En un organismo de 70

mm  $L_T$  se encontraron seis dientes en el premaxilar izquierdo más siete alvéolos en la posición 1, 3, 7, 9, 11, 12 y 13 (Figura IV, 4d). Un espécimen de 81 mm  $L_T$  presentó dos dientes en el premaxilar derecho y tres en el izquierdo más cuatro alvéolos en la posición 1, 3, 5 y 6 (Figura IV, 4e). En cinco organismos de 80-89 mm no se encontraron dientes. En ningún espécimen >90 mm  $L_T$  se encontraron dientes o alvéolos (Tabla IV, 2).

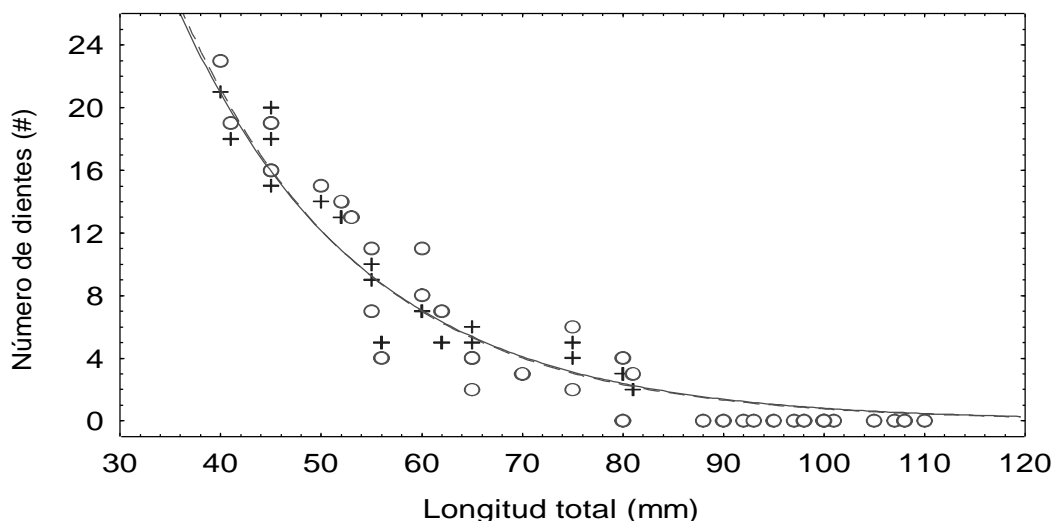
Tabla IV, 2. Número máximo y mínimo de dientes ( $T$ ) por intervalo de clase (I.C.) para cada lado del premaxilar en *Mullus barbatus*.

I.C.	número	Derecho		Izquierdo		Mínimo
		máximo	mínimo	máximo	Mínimo	
40-49 mm $L_T$	3	21	15	23	16	
50-59 mm $L_T$	6	14	5	15	4	
60-69 mm $L_T$	5	8	2	11	2	
70-79 mm $L_T$	3	5	3	6	2	
80-89 mm $L_T$	4	3	0	4	0	
90-99 mm $L_T$	6	0	0	0	0	
100-109 mm $L_T$	6	0	0	0	0	
110-119 mm $L_T$	6	0	0	0	0	

La relación entre  $L_T$  y el número de dientes ( $T$ ) en cada premaxilar de *Mullus barbatus* fue para el lado izquierdo  $T=183.4e^{0.054L_T}$  ( $r^2=0.8466$ ) y para el lado derecho  $T=193.7e^{0.055L_T}$  ( $r^2=0.9686$ ). En ambos premaxilares, el número de dientes decrece progresivamente a lo largo del desarrollo, desapareciendo alrededor de 90 mm  $L_T$  (Figura IV, 5).

No se encontraron diferencias significativas entre el número de dientes en cada premaxilar ( $t= -0.0599$ , d.f.=37, y  $P<0.0025$ ). La relación para ambos lados fue  $T=188.5e^{0.055L_T}$  ( $r^2=0.9177$ ).

Figura IV, 5. Relación entre el número de dientes de cada premaxilar con la longitud total del pez. Datos observados (+) y predichos (- -) en el premaxilar derecho, datos observados (o) y predichos (---) en el premaxilar izquierdo de *Mullus barbatus*.



#### IV.4.1.3 Morfometría

Los resultados de los parámetros calculados de las tasas de alometría se presentan en la Tabla IV, 3, el intervalo de tallas de los especímenes examinados va de 56 mm a 205 mm de  $L_T$ . La mayoría de las variables crecen alométricamente, observándose diferencias significativas entre sus pendientes y la pendiente hipotética (1) para un  $\alpha=0.05$ .

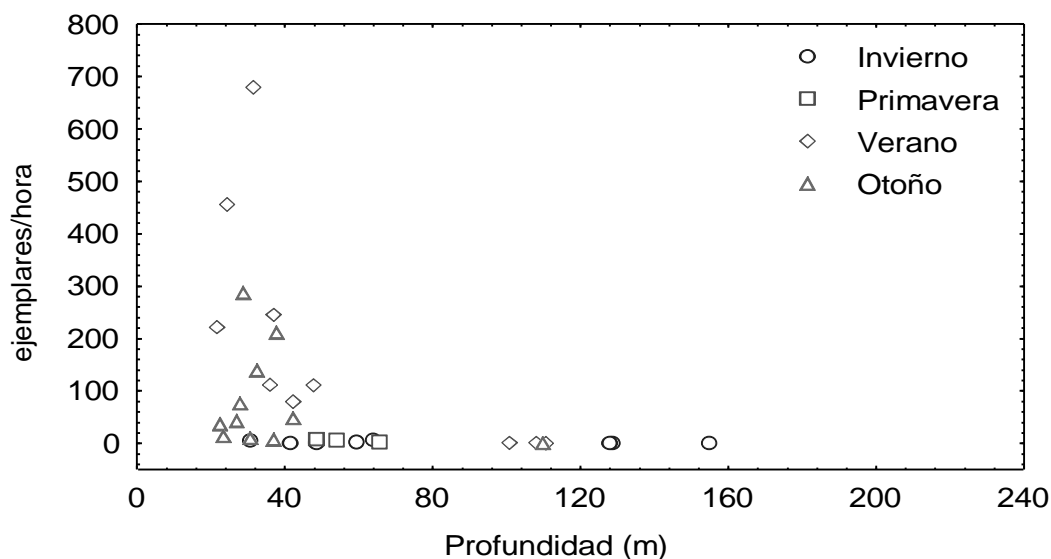
Tabla IV, 3. Parámetros de regresión y de alometría para *Mullus barbatus*. Donde:  $\beta_0$ = ordenada al origen;  $\beta_1$ = pendiente, fd= grados de libertad; \*= valor de significación de t para  $\alpha=0.05$ ;  $t_b$ = t del parámetro  $\beta_h=1$ .

Regresión	$\beta_0$	$\beta_1$	$r^2$	fd	$t_b$	
$L_T$ vs $L_C$	0.3667	0.8970	0.9901	185	-15.8323	*
$L_C$ vs $H_C$	0.3971	1.1828	0.9762	221	14.7496	*
$L_C$ vs $W_C$	0.2633	1.1534	0.9847	173	14.0743	*
$L_C$ vs $L_R$	0.1765	1.2862	0.9854	203	26.2027	*
$L_C$ vs $L_B$	0.5567	1.0786	0.9497	62	2.4937	*
$L_C$ vs $D_E$	0.4845	0.8640	0.9547	193	-10.0443	*
$L_C$ vs $W_{CM}$	0.1060	1.2429	0.9389	201	10.8680	*
$L_C$ vs $L_{CM}$	0.3709	0.9645	0.9765	159	-2.9924	*
$L_C$ vs $W_{OM}$	0.4548	1.0408	0.9129	59	0.9768	NS
$L_C$ vs $H_{OM}$	0.6775	0.9095	0.8881	62	-2.2120	*

#### IV.4.1.4 Distribución batimétrica

El intervalo de distribución batimétrica encontrada en *Mullus barbatus*, a partir de los datos de Sánchez *et al.* (1991), va de 20 a 150 m (Figura IV, 6).

Figura IV, 6. Distribución batimétrica de *Mullus barbatus* por estación.



Se observa un patrón de estacionalidad en la distribución batimétrica, situándose las capturas a mayor profundidad en invierno y primavera y a menor profundidad en verano y otoño. En invierno, las capturas se ubican entre los 30 y 65 m. En primavera se localizan entre los 50 y 65 m. En verano se localizan entre 20 y 110 m, situándose la media alrededor de los 40 m. En otoño, la distribución va de los 20 a los 110 m, ubicándose la moda alrededor de los 30 m.

#### IV.4.1.5 Demografía

La composición de tallas de *Mullus barbatus* capturadas mensualmente en el puerto de Vilanova i la Geltrú (arrastre y trasmallo) durante el período de octubre 1993 a septiembre 1994 se observan en la Tabla IV, 4 y Figura IV, 7. La talla menor se registró a final de verano principio de otoño (50-70 mm  $L_T$ ), la talla mayor en diciembre (230 mm  $L_T$ ) marzo (225 mm  $L_T$ ) y junio (220

mm  $L_T$ ), mientras que los promedios más altos se registraron en junio (140 mm  $L_T$ ) y julio (148 mm  $L_T$ ).

En octubre de 1993, el primer grupo de edad, presentó una moda de 80 mm, correspondiéndole una edad estimada de ocho meses (estimado a partir de la curva de crecimiento calculada por Demestre *et al.*, 1997), de noviembre de 1993 a febrero de 1994, la moda se ubicó en 110 mm, en marzo en 100 mm, en abril 110 mm, en mayo y junio en 120 mm, en julio en 130 mm, en agosto de 1994 no se registró este grupo, y en septiembre su moda se ubicó en 160 mm, correspondiéndole a esta talla una edad estimada de 20 meses.

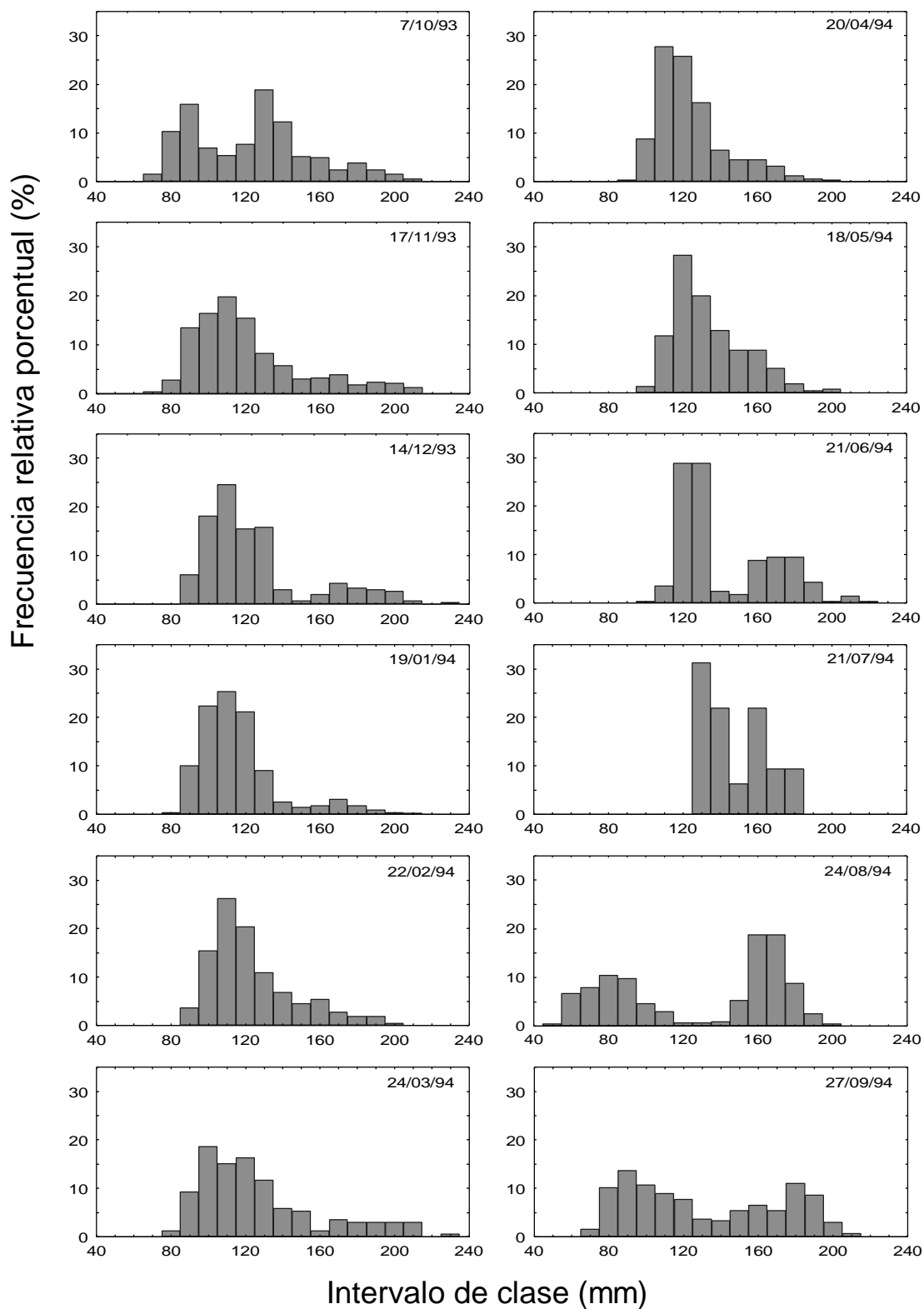
El seguimiento de las modas del segundo grupo no es muy claro, en octubre de 1993, su moda se ubicó en 130 mm  $L_T$ , correspondiéndole una edad estimada de 15 meses, en los meses de noviembre 1993 a mayo de 1994 no se registró este grupo, en junio y agosto, su moda se ubicó en 170 mm, en julio en 160 mm, y en septiembre en 180 mm, correspondiéndole una edad estimada de 24 meses.

Al igual que en el grupo anterior, el seguimiento de éste grupo se torna confuso, en octubre de 1993 su moda se ubicó en 180 mm  $L_T$ , correspondiéndole una edad estimada de 24 meses, en los meses de noviembre, diciembre de 1993, enero y marzo de 1994, la moda se ubicó en 170 mm, mientras que en febrero se ubicó en 160 mm.

Tabla IV, 4. Composición de tallas por mes para *Mullus barbatus*.

Mes	$L_T$ máxima (mm)	$L_T$ media (mm)	$L_T$ mínima (mm)	Número
Octubre 1993	210	121	65	521
Noviembre 1993	210	119	70	557
Diciembre 1993	230	123	85	298
Enero 1994	205	114	80	587
Febrero 1994	200	121	85	221
Marzo 1994	225	125	80	172
Abril 1994	195	122	90	307
Mayo 1994	200	132	95	375
Junio 1994	220	140	100	284
Julio 1994	180	148	125	32
Agosto 1994	200	127	50	431
Septiembre 1994	205	130	70	336

Figura IV, 7. Histograma de frecuencia porcentual por intervalo de clase, para *Mullus barbatus*.



En junio de 1994, se observa un pequeño grupo, cuya moda se ubica en 210 mm  $L_T$ , correspondiéndole una edad estimada de 31 meses.

#### IV.4.2 *Mullus surmuletus* Linneo, 1758 p.299

##### IV.4.2.1 Diagnósis

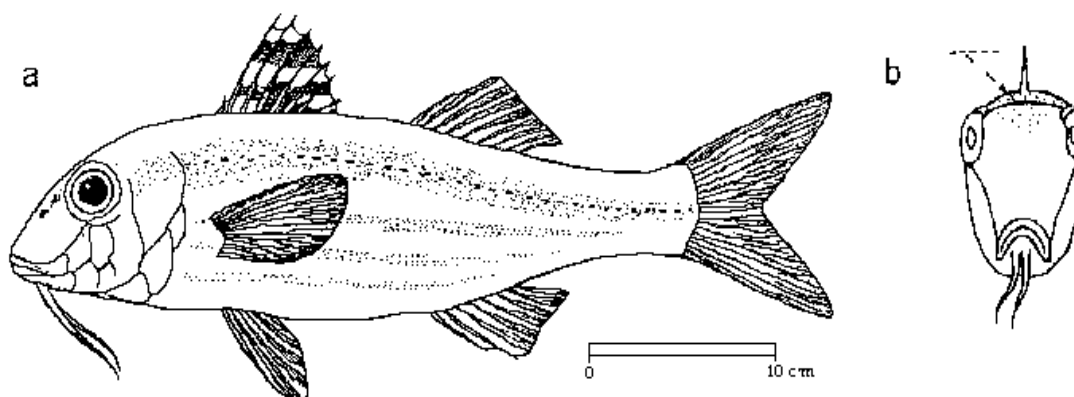
Cuerpo moderadamente comprimido. Cabeza corta, su longitud ( $L_C$ )  $4.1882 \pm 0.2177$  en la longitud total ( $L_T$ ), la altura de la cabeza ( $H_C$ )  $1.4572 \pm 0.1475$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ), el ancho de la cabeza ( $W_C$ )  $2.4004 \pm 0.2356$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ). Rostro alargado y menos profundo que en *Mullus barbatus*, su longitud ( $L_R$ )  $2.2410 \pm 0.2410$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ), perfil curvado, la zona interocular vista frontalmente es más bien plana, observándose ocasionalmente un estrecho surco longitudinal en el centro, los contornos supraoculares no sobresalen de la zona interocular (Figura IV, 8). Ojo mediano, el diámetro de la órbita ( $D_E$ )  $3.4943 \pm 0.6083$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ). La mandíbula alcanza el perfil anterior del ojo; Dos escamas suborbitales. Boca pequeña, ligeramente inferior y oblicua, formando un ángulo de unos  $30^\circ$  a la horizontal; maxila parcialmente cubierta por el preorbital, alcanza la vertical del frente de la órbita, su longitud ( $L_{CM}$ )  $3.0956 \pm 0.5482$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ), ancho de la boca cerrada ( $W_{CM}$ )  $3.6198 \pm 0.9772$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ), altura de la boca abierta ( $H_{OM}$ )  $2.0488 \pm 0.2365$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ), ancho de la boca abierta ( $W_{OM}$ )  $1.9234 \pm 0.2578$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ). Un par de barbillones hioideos, su longitud ( $L_B$ )  $1.6983 \pm 0.5859$  en la longitud cefálica ( $L_C$ ) (Tabla IV, 5). Opérculo sin espinas.

Tabla IV, 5. Proporciones morfométricas de *Mullus surmuletus*.

	Media	SD	N		Media	SD	N
$L_C$ en $L_T$	4.1882	0.2177	298	$L_B$ en $L_C$	1.6983	0.5859	160
$H_C$ en $L_C$	1.4572	0.1475	297	$L_{CM}$ en $L_C$	3.0956	0.5482	284
$W_C$ en $L_C$	2.4004	0.2356	258	$W_{CM}$ en $L_C$	3.6198	0.9772	284
$L_R$ en $L_C$	2.2410	0.2410	258	$H_{OM}$ en $L_C$	2.0488	0.2365	76
$D_E$ en $L_C$	3.4943	0.6083	257	$W_{OM}$ en $L_C$	1.9234	0.2578	78



Figura IV, 8. Esquema de *Mullus surmuletus*: a) vista lateral del cuerpo; b) vista frontal de la cabeza (redibujado de Soljan, 1975).



#### IV.4.2.2 Dentición

Pequeños dientes viliformes en vómer, palatinos y mandíbula inferior. Pequeños dientes caninos en el premaxilar, presentes en la etapa juvenil (50-100 mm  $L_T$ ). Los dientes de la mandíbula superior no fueron evidentes en ningún espécimen de *Mullus surmuletus*. Los especímenes de 60 a 69 mm, los primeros dientes en desaparecer fueron los cercanos a la parte anterior del premaxilar. En el intervalo de 70-80 mm, los dientes del extremo distal del premaxilar se pierden, y sólo permanecen uno o dos dientes en la parte media del premaxilar. (Figura IV, 4f-h).

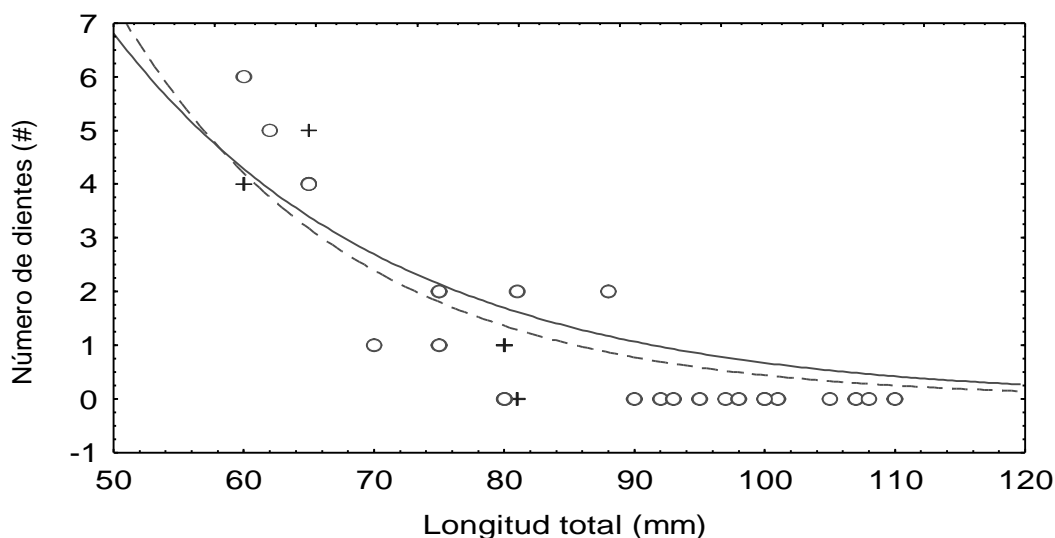
Los especímenes de 60-69 mm, tienen de cuatro a seis dientes en cada lado (Tabla IV, 6). En un espécimen de 60 mm, se encontraron seis dientes en el premaxilar izquierdo más cinco alvéolos en la posición 3, 5, 8, 10 y 11 (Figura IV, 4f). Entre 70-79 mm, los especímenes tienen de uno a dos dientes en cada premaxilar (Tabla IV, 6). En un espécimen de 73 mm, se encontró un diente más siete alvéolos en el premaxilar izquierdo (Figura IV, 4g). En el intervalo de 80 a 89 mm se encontraron de uno o dos dientes en cada premaxilar (Tabla IV, 6). En un espécimen de 88 mm, se encontraron dos diente más cinco alvéolos en el premaxilar izquierdo (Figura IV, 4h). No se encontraron ni dientes ni alvéolos en ningún espécimen mayor a 90 mm (Tabla IV, 6).

Tabla IV, 6. Número máximo y mínimo de dientes por intervalo de clase (I.C.) para cada lado del premaxilar en *Mullus surmuletus*.

I.C.	número	Derecho		Izquierdo	
		máximo	mínimo	máximo	mínimo
40-49 mm $L_T$	--	--	--	--	--
50-59 mm $L_T$	--	--	--	--	--
60-69 mm $L_T$	3	5	4	6	4
70-79 mm $L_T$	4	2	1	2	1
80-89 mm $L_T$	2	2	0	2	0
90-99 mm $L_T$	6	0	0	0	0
100-109 mm $L_T$	6	0	0	0	0
110-119 mm $L_T$	6	0	0	0	0

La relación entre  $L_T$  y el número de dientes ( $T$ ) en cada premaxilar de *Mullus surmuletus* (Figura IV, 9) fue para el lado izquierdo  $T=68.8e^{0.046LT}$  ( $r^2=0.4210$ ) y para el lado derecho  $T=39.0e^{0.035LT}$  ( $r^2=0.7602$ ).

Figura IV, 9. Relación entre el número de dientes de cada premaxilar con la longitud total del pez. Datos observados (+) y predichos (- -) en el premaxilar derecho y los datos observados (o) y predichos (---) en el premaxilar izquierdo de *Mullus surmuletus*.



En ambos premaxilares, el número de dientes decrece progresivamente a lo largo del desarrollo ontogénico de 40 a 90 mm  $L_T$ , talla en la que los dientes desaparecen. No se

encontraron diferencias significativas entre el número de dientes en cada premaxilar ( $t = -0.9717$ , d.f.=15, y  $P < 0.0025$ ). La relación para ambos lados fue  $T = 58.0e^{0.048LT}$  ( $r^2 = 0.7065$ ).

#### IV.4.2.3 Morfometría

Los resultados de los parámetros calculados de las tasas de alometría se presentan en la Tabla IV, 7, las medidas tomadas pertenecen a organismos que se encuentran en el intervalo de 60 mm a 310 mm de  $L_T$ . La mayoría de las variables crecen alométricamente, observándose diferencias significativas entre sus pendientes y la pendiente hipotética (1) para un  $\alpha = 0.05$ .

La  $L_T$  vs  $L_C$ ,  $L_C$  vs  $D_E$ ,  $L_C$  vs  $L_{CM}$ , presentaron un carácter alométrico negativo; lo cual quiere decir que la longitud cefálica ( $L_C$ ), el diámetro del ojo, ( $D_E$ ) y la longitud de la boca cerrada ( $L_{CM}$ ) son relativamente mayores en los juveniles y decrecen en relación al incremento de la longitud total ( $L_T$ ). La altura ( $H_C$ ) y ancho ( $W_C$ ) de la cabeza, longitud del rostro ( $L_R$ ), longitud del barbillón ( $L_B$ ) y el ancho de la boca cerrada ( $W_{CM}$ ) se incrementan con relación al incremento de la longitud cefálica ( $L_C$ ). La única relación isométrica se registró entre las variables  $L_C$  vs  $W_{OM}$  y  $L_C$  vs  $H_{OM}$  en este caso, las tasas de incremento del ancho ( $W_{OM}$ ) y alto ( $H_{OM}$ ) de la boca abierta son constantes a lo largo del intervalo de tallas de los especímenes examinados.

Tabla IV, 7. Parámetros de regresión y de alometría para *Mullus surmuletus* y entre especies ( $t_s$ ). Donde:  $\beta_0$ = ordenada al origen;  $\beta_1$ = pendiente, fd= grados de libertad; \*= valor de significación de t para  $\alpha = 0.05$ ;  $t_b$ = t del parámetro  $\beta_1 = 1$ .

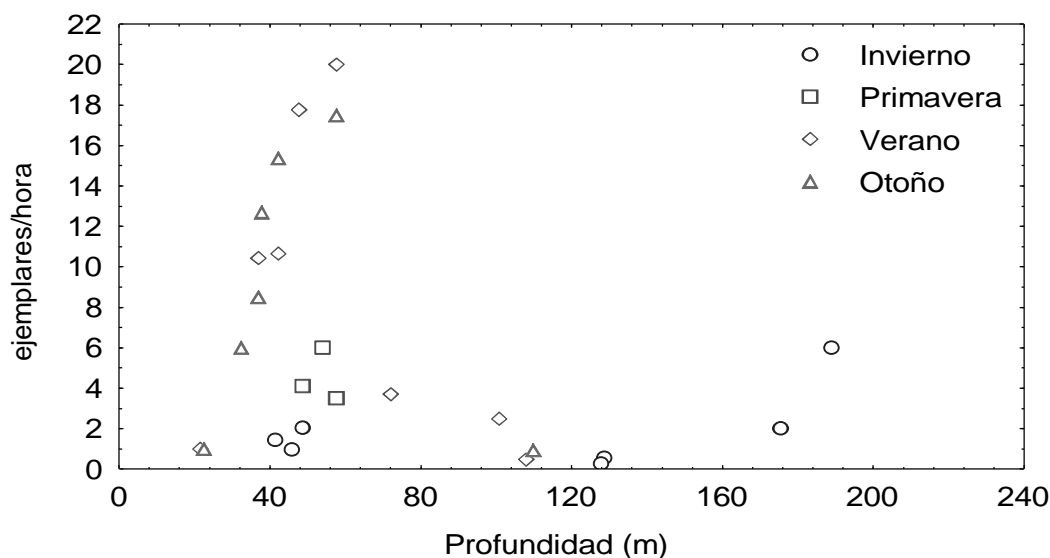
Regresión	$\beta_0$	$\beta_1$	$r^2$	fd	$t_b$		fd <sub>s</sub>	$t_s$	
$L_T$ vs $L_C$	0.3261	0.9370	0.9851	268	-8.9535	*	453	-4.1766	*
$L_C$ vs $H_C$	0.3761	1.1736	0.9689	278	13.7963	*	499	0.5206	NS
$L_C$ vs $W_C$	0.2249	1.1784	0.9858	216	18.7863	*	389	-1.7332	NS
$L_C$ vs $L_R$	0.3262	1.0744	0.9883	186	8.7119	*	389	15.3041	*
$L_C$ vs $L_B$	0.5027	1.1045	0.9751	88	5.5649	*	150	-0.7061	NS
$L_C$ vs $D_E$	0.7145	0.7423	0.9018	251	-16.6732	*	444	5.9216	*
$L_C$ vs $W_{CM}$	0.0806	1.3342	0.9425	210	14.6966	*	411	-2.8634	*
$L_C$ vs $L_{CM}$	0.4831	0.8772	0.8070	256	-4.5821	*	415	2.9806	*
$L_C$ vs $W_{OM}$	0.5627	0.9865	0.9182	61	-0.3572	NS	120	0.9650	NS
$L_C$ vs $H_{OM}$	0.5801	0.9499	0.8475	67	-1.0179	NS	129	-0.6308	NS

#### IV.4.2.4 Distribución batimétrica

El intervalo de distribución batimétrica encontrada en *Mullus surmuletus*, a partir de los datos de Sánchez *et al.* (1991), va de 20 a 190 m (Figura IV, 10).

Existe una estacionalidad en la distribución batimétrica, situándose a mayor profundidad en invierno y primavera y a menor profundidad en verano y otoño. En invierno, el intervalo de profundidad se ubican entre los 40 y 190 m. En primavera se localizan entre los 30 y 60 m. En verano se localizan entre 20 y 110 m, situándose la media alrededor de los 45 m. En otoño, la distribución va de los 20 a los 110 m, ubicándose la moda alrededor de los 40 m (Figura IV, 10).

Figura IV, 10. Distribución batimétrica de *Mullus surmuletus* por estación.



#### IV.4.2.5 Demografía

La composición de tallas de *Mullus surmuletus* capturadas mensualmente en el puerto de Vilanova i la Geltrú de octubre 1993 a septiembre 1994 se muestran en la Tabla IV, 8 y la Figura IV, 11. La talla menor se registró a final de verano (55-65 mm  $L_T$ ), la talla

mayor en junio (290 mm  $L_T$ ), mientras que los promedios más altos se observaron de mayo a junio.

El primer grupo de edad, se registró a partir del mes de febrero de 1994, con una moda de 110 mm, correspondiéndole una edad estimada de 12 meses (estimado a partir de la curva de crecimiento calculada por Sánchez *et al.*, 1995), en marzo, la moda se ubicó en 120 mm, y en julio en 130 mm.

El segundo grupo de edad, se registró a partir de noviembre de 1994, con una moda de 140 mm, correspondiéndole una edad estimada de 16 meses, en diciembre 1993 y enero 1994, la moda se ubicó en 130 mm, en febrero, abril y mayo, en 160 mm, en junio, en 170, y en julio y agosto, la moda se ubicó en 180 mm, correspondiéndole una edad estimada de 23 meses.

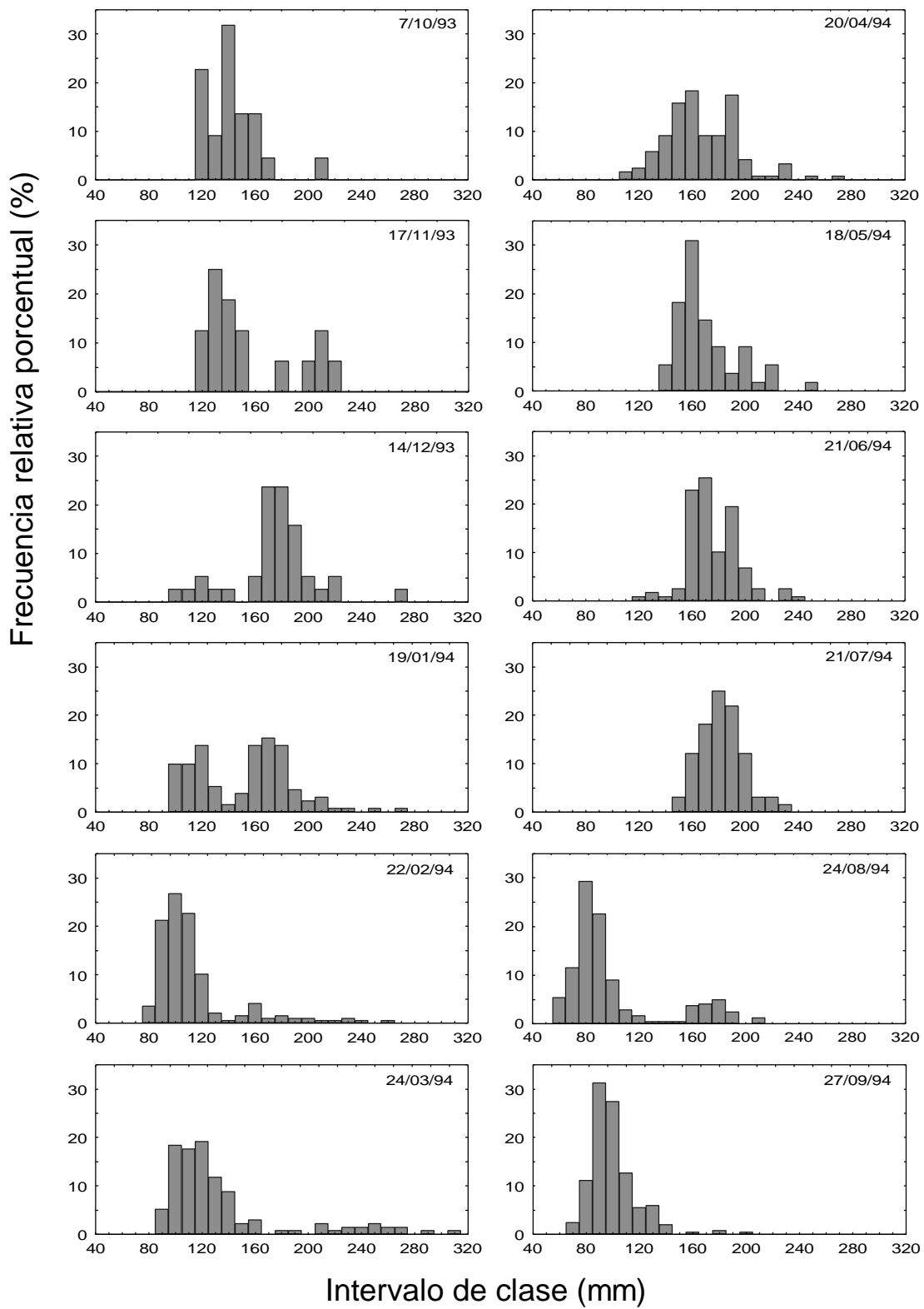
En diciembre de 1993, la moda del tercer grupo se ubicó en 180 mm, en enero de 1994, la moda se ubico en 170 mm, en febrero en 180 mm, en abril y junio en 190 mm, y en mayo en 200 mm.

En marzo de 1994, se registró un grupo cuya moda se ubica en 250 mm  $L_T$ , correspondiéndole una edad estimada de 37 meses.

Tabla IV, 8. Composición de tallas por mes para *Mullus surmuletus*.

Mes	$L_T$ máxima (mm)	$L_T$ media (mm)	$L_T$ mínima (mm)	Número
Octubre 1993	205	141	115	22
Noviembre 1993	220	154	120	16
Diciembre 1993	270	173	100	38
Enero 1994	265	150	95	131
Febrero 1994	260	111	75	198
Marzo 1994	310	133	90	126
Abril 1994	265	166	110	120
Mayo 1994	249	168	140	55
Junio 1994	290	178	115	118
Julio 1994	225	180	145	132
Agosto 1994	210	98	55	243
Septiembre 1994	200	98	65	252

Figura IV, 11. Histograma de frecuencia porcentual por intervalo de clase, para *Mullus surmuletus*.



En agosto de 1994, se observó un reclutamiento a la pesquería, con una moda de 80 mm  $L_T$ , correspondiéndole una edad estimada de ocho meses (estimado a partir de la curva de crecimiento calculada por Sánchez *et al.* 1995), y en septiembre, la moda se ubicó en 90 mm  $L_T$ .

#### IV.4.3 Diferencias interespecíficas en la morfología del género *Mullus*

La comparación entre especies de las pendientes de regresión de las 12 variables morfométricas seleccionadas se presentan en la Tabla IV, 7. De la comparación entre especies, se observó que las tasas de incremento entre;  $L_T$  vs  $L_C$  y  $L_C$  vs  $W_{CM}$ , fueron mayores en *Mullus surmuletus* que en *M. barbatus*, mientras que las pendientes entre;  $L_C$  vs  $L_R$ ,  $L_C$  vs  $D_E$ ,  $L_C$  vs  $L_{CM}$ , fueron mayores en *M. barbatus* que en *M. surmuletus*. No se encontraron diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) entre las relaciones;  $L_C$  vs  $H_C$ ,  $L_C$  vs  $W_C$ ,  $L_C$  vs  $L_B$ ,  $L_C$  vs  $W_{OM}$ ,  $L_C$  vs  $H_{OM}$ .

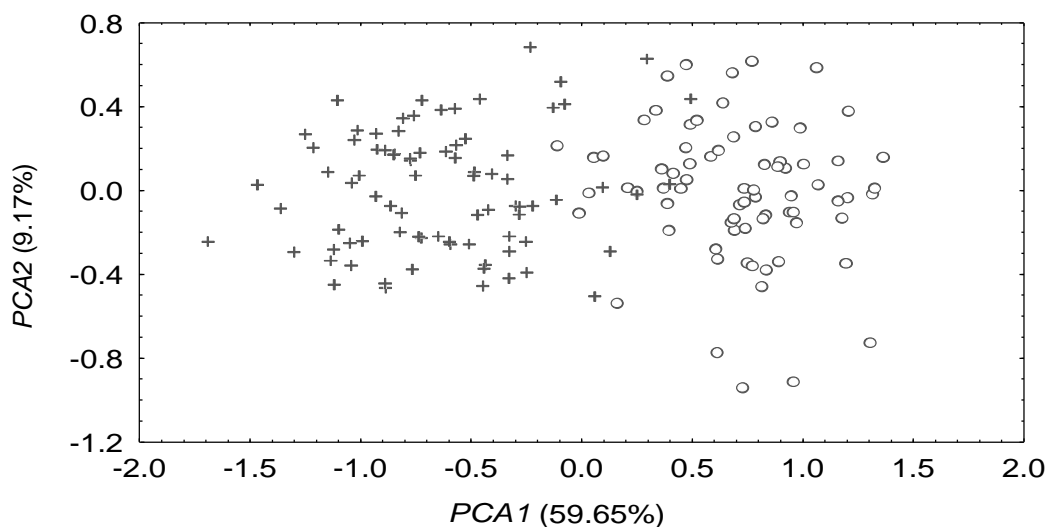
El análisis de componentes principales (PCA) realizado en los 10 caracteres seleccionados para las dos especies de *Mullus* extrajo sólo un valor propio  $>1$  (Tabla IV, 9). Utilizando un valor de corte de  $|0.85|$ , el factor 1 expresa caracteres asociados con el tamaño de la cabeza (longitud, ancho y alto) explicando el 59.65% de la varianza. Utilizando un valor de corte de  $|0.5|$ , el factor 2 está asociado con el diámetro del ojo, explicando el 9.17% de la variación, mientras que el factor 3 se encuentra asociado con la longitud del rostro y explica el 7.76% de la variación. El promedio acumulado de los tres factores explica el 76.57% de la varianza total.

El primer eje (PC1), produce un claro vector de "talla", con coeficientes de magnitud y signo similar para todas las dimensiones, que están asociadas al mayor valor propio (Tabla IV, 9). Se observa un gradiente horizontal a lo largo de este eje, distinguiéndose claramente las dos especies, ubicándose los individuos de *Mullus barbatus* (normalmente más pequeños) en el lado izquierdo mientras que los de *M. surmuletus* se situaron en el lado derecho (Figura IV, 12).

Tabla IV, 9. Análisis de componentes principales: Porcentaje de la varianza explicada por los primeros tres ejes; Valores propios (eigenvalues) de las 10 variables seleccionadas y; Valores normalizados de los primeros tres vectores propios (eigenvector).

	Eigenvalues	1	2	3
Porcentaje		59.65	9.17	7.76
Porcentaje acumulado		59.65	68.81	76.57
Longitud de la cabeza ( $L_C$ )	5.9647	0.9129	-0.0193	0.0481
Altura de la cabeza ( $H_C$ )	0.9165	0.8678	0.0145	0.1264
Ancho de la cabeza ( $A_C$ )	0.7756	0.8778	-0.0300	0.0454
Ancho de la boca cerrada ( $A_M$ )	0.5649	0.7589	-0.4133	-0.0675
Longitud de la boca cerrada ( $L_M$ )	0.4679	0.8195	-0.0286	0.1759
Longitud del barbillón ( $L_B$ )	0.3601	0.7596	0.1038	-0.0663
Ancho de la boca abierta ( $A_{OM}$ )	0.3287	0.8223	0.1210	-0.3680
Altura de la boca abierta ( $H_{OM}$ )	0.2739	0.6452	0.4446	-0.4679
Longitud del ojo ( $L_O$ )	0.2004	0.5879	-0.5855	0.0270
Longitud del rostro ( $L_H$ )	0.1474	0.5875	0.4212	0.6002

Figura IV, 12. Análisis de componentes principales (PCA) de los individuos normalizados a 143.33 mm de  $L_T$ , para *Mullus barbatus* (+) y para *M. surmuletus* (o).



Los componentes remanentes representan la “forma” (con magnitudes y coeficientes de signo distinto)”. El segundo factor ( $PCA2$ ), la longitud del ojo muestra una relación negativa respecto a la longitud total. El tercer factor ( $PCA3$ ), la longitud del rostro presenta una relación positiva respecto a la longitud total. Sin embargo, no se observan diferencias interespecíficas respecto a



este factor. La variabilidad observada se puede atribuir a factores de desarrollo individual.

## IV.5 Discusión.

### IV.5.1 Presencia de dientes en el premaxilar del género *Mullus*

En *Mullus barbatus*, los dientes de la mandíbula superior sólo fueron evidentes en especímenes de <50 mm  $L_T$ , tomando en cuenta el número de dientes y alvéolos en la zona de inserción de especímenes de entre 40 y 49 mm, el número máximo de dientes se encuentra alrededor de 26 por premaxila. En ambas especies, el número de dientes presentes en la mandíbula superior decrece rápidamente con el desarrollo de los juveniles, desapareciendo totalmente alrededor de los 90 mm  $L_T$ . Para el intervalo de tallas estudiado, el modelo de regresión es un buen estimador de la tasa de pérdida de dientes. En *M. barbatus* el modelo predice que la pérdida total de dientes se produce después de los 95 mm, y en *M. surmuletus* después de los 90 mm (valor estimado <1). La relación entre la pérdida de dientes y el incremento en la talla de los juveniles ( $L_T$ ) de ambas especies, concuerda con lo observado por otros investigadores para el género (Wirszubski, 1953; Caldwell, 1962). Los resultados sugieren que la pérdida total de los dientes de la mandíbula superior para estas especies del género *Mullus* acontece entre los 90-100 mm  $L_T$ .

No se encontraron diferencias entre la ubicación de los dientes en los premaxilares opuestos, ni entre la tasa de pérdida de dentición de ambas especies, sin embargo, existen diferencias entre la ubicación y la tendencia a la pérdida de dientes. En intervalos de clase similares existe una pequeña diferencia en la disposición y número de dientes, en *Mullus barbatus* hay más dientes y se ubican más anteriormente que en *M. surmuletus* (Figura IV, 4).

Desde Linnaeus (1758), se ha considerado que el género *Mullus* no presenta dientes en la mandíbula superior. Sin embargo, de acuerdo con los estudios de Moreau (1881), en *M. surmuletus*, Wirszubski (1953), en *M. barbatus*, Caldwell (1962) en *M. auratus*, y el presente estudio, en *M. barbatus* y *M. surmuletus*, los juveniles de este género presentan pequeños dientes

caniniformes en la premaxila. Por tanto, incluir el carácter "sin dientes en la mandíbula superior" en las claves taxonómicas, puede causar una mala determinación, especialmente en tallas <50 mm, donde los dientes son detectables. Por otro lado, si se utiliza el carácter "dientes presentes en la mandíbula superior", tal y como lo hacen Hose y Moore (1977), se causaría una mala determinación especialmente en organismos >100 mm. Debido a esto, sería conveniente modificar el carácter "sin dientes" a "pequeños dientes caninos presentes en el premaxilar no evidentes en especímenes >100 mm  $L_T$ , o poco evidentes en especímenes <50 mm  $L_T$ .

La variabilidad del carácter "sin dientes" plantea la necesidad de valorar su bondad, mediante la revisión de organismos de los otros géneros, utilizando el mayor intervalo de tallas posible, para integrar la mayor cantidad de los diferentes estadios de desarrollo de estas especies.

En los peces, la transición de la fase pelágica a bentónica, esta ligada a grandes cambios en las características físicas ambientales. Este cambio de hábitat coincide con un acelerado cambio en la morfología de los peces, asociado a cambios en los estímulos sensoriales percibidos por el pez, y en la variación de sus métodos alimenticios (Uiblein, 1991; McCormick y Molony, 1992; McCormick, 1993). En los juveniles del *Mullus barbatus* y *M. surmuletus*, la presencia de dientes en la mandíbula superior cercana a la parte anterior del rostro, sugiere la utilización de estos dientes para la captura de presas con gran movilidad, como lo indica la presencia de animales activos reportados en los análisis estomacales de ambas especies (ver: Capítulo VII). En los adultos, la ausencia de dientes en la mandíbula superior concuerda con el cambio en los mecanismos de captura de las presas, removiendo el substrato y succionando las presas (Gosline, 1984), como lo indican la presencia de animales bentónicos con baja movilidad reportados en los análisis estomacales de ambas especies (ver: Capítulo VII).

#### IV.5.2 Morfometría cefálica

Algunas limitantes en el estudio de las relaciones morfométricas son los parámetros relacionados con el tiempo de

muestreo, el crecimiento alométrico, el estado de repleción del estómago y el estado de madurez de los peces (Lewontin, 1984; Wiig, 1985; Corti *et al.*, 1988; Ibáñez y Leonart, 1996; Mamuris *et al.*, 1998a). Con el fin de minimizar las varianzas causadas por estos parámetros, en este estudio se consideraron sólo variables cefálicas, y el efecto de alometría, en el estudio multivariante, se eliminó mediante la transformación de las medidas originales, utilizando la ecuación propuesta por Lombarte y Leonart, (1993). De esta forma, las diferencias morfológicas observadas no se deben ni al desarrollo gonadal, ni al estado de repleción del estómago.

En general, los peces presentan un período larvario corto de rápido crecimiento (McCormick y Molony, 1992; McCormick, 1993). La inspección de las curvas de crecimiento de las dimensiones del cráneo y de la longitud total, muestran que ambas especies sigue un patrón potencial de crecimiento  $Y=\beta_0x^{\beta_1}$ . Si bien el ajuste de curvas matemáticas de crecimiento no se basa en ninguna ley y son solamente una aproximación empírica que ayuda a interpretar los patrones observados, su utilización nos permite estimar y comparar la información de parámetros biológicos (Wiig, 1985). En ambas especies de *Mullus*, se observa un marcado crecimiento alométrico en las tres dimensiones cefálicas (largo, alto y ancho).

En organismos de crecimiento continuo como los peces teleósteos, el tamaño es un componente que puede perturbar la valoración general en la diferenciación específica. Como se ha mencionado, las morfometrías de ambas especies guardan una relación potencial con la longitud total ( $L_T$ ), por lo que se pueden realizar correcciones a cada variable y quitar el efecto de la longitud (Meng y Stocker, 1983, Lombarte y Leonart, 1993). Sin embargo, de esta forma se pierde la información asociada a las características de edad-longitud de ambas especies.

En el análisis de componentes principales (PCA) se observa una variación interpoblacional en los caracteres morfológicos de las dos especies de *Mullus* (Figura IV, 12), evidenciándose una clara separación entre especies a lo largo del eje  $PCA1$ , el cual está relacionado con la longitud de la cabeza (59.65% de la varianza total). Lo anterior coincide con los resultados obtenidos

en los parámetros calculados de las tasas de alometría. El reconocimiento de las especies mediante el *PCA* dependió particularmente de las diferencias en las dimensiones cefálicas, como lo indican los valores propios asociados a la longitud ( $L_C$ ), alto ( $H_C$ ) y ancho ( $A_C$ ) de la cabeza (Tabla IV, 9). Corradini (1935) y Castelnovo (1936) consideraron que la separación entre especies no era posible a partir del perfil de la cabeza. Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo, demuestran lo contrario y son acordes con lo reportado por Fage (1909) y Bougis (1952).

El segundo (*PCA2*) y tercer (*PCA3*) componente están asociados a la variación interespecífica del diámetro del ojo ( $D_E$ ) y la longitud del rostro ( $L_R$ ). Ambos componentes explican el 16.93% de la varianza total, lo cual indica que son una fuente importante de variación.

En el análisis de componentes principales (*PCA*), se observa una pequeña variación interpoblacional en los caracteres morfológicos, lo que sugiere que la muestra esta compuesta por un grupo fenotípico homogéneo (Cammarata, 1991; Vitturi *et al.*, 1991; Arculeo *et al.*, 1994; Mamuris *et al.*, 1998a) . Mamuris *et al.* (1998a) encontraron que en siete poblaciones griegas de *Mullus barbatus* existe una gran heredabilidad y una contribución proporcionalmente baja de la variación ambiental sobre la variación morfológica de cada población geográfica. Mientras que, la variación morfológica interpoblacional se puede atribuir a la diferente estructura genética de las poblaciones y/o la plasticidad fenotípica en respuesta a las diferentes condiciones tróficas y ambientales prevalecientes en cada área. No obstante, Mamuris *et al.* (1998b), encontraron que estas mismas poblaciones muestran un alto grado de similitud genética, el cual se puede atribuir a la migración de los individuos y al transporte de las larvas o las condiciones ambientales similares que prevalecen en las áreas geográficas vecinas. Sin embargo, reconocen que no se puede excluir la existencia de estructuras genéticas no detectadas que podrían influenciar las variaciones morfológicas, y que podrían encontrarse mediante una técnica molecular más apropiada.

La congruencia entre los datos alométricos y morfométricos han sido siempre una fuente de debate (Lewontin, 1984). La

continua falta de congruencia se atribuye generalmente a distintas fuerzas evolutivas que operan en el ordenamiento de los caracteres y en el poder descriptivo de las pruebas estadísticas empleadas en el análisis de los datos alométricos y morfométricos (Corti *et al.*, 1988). Si bien, a priori no se debe esperar una congruencia entre los datos alométricos y morfométricos, los resultados observados indican que las dos especies examinadas son morfométricamente distinguibles, estos resultados coinciden con lo reportado por Arias y Morales (1977).

#### IV.5.3 Distribución batimétrica

Ninguna de las dos especies fue capturada a más de 200 m de profundidad. Las principales capturas de *Mullus barbatus* se obtuvieron a profundidades de entre 20 y 50 m, sin embargo, suele capturárseles entre los 20 y 150 m. El intervalo de distribución de *M. surmuletus* va de 30 a 60 m, apareciendo ocasionalmente entre 100 y 460 m.

Aun cuando existe un solapamiento en la distribución batimétrica de ambas especies, los datos de captura muestran que *Mullus surmuletus* alcanza su mayor densidad en aguas más profundas que *M. barbatus*, coincidiendo con lo encontrado por Suau y Vives (1957) y Lloris (1992-1994). Sin embargo, Golani y Galil (1991) en Israel, Sánchez *et al.* (1983) en Cataluña y Reñones *et al.* (1995) en Mallorca, encontraron que *M. surmuletus* se distribuye entre aguas menos profundas que *M. barbatus*. Es probable que las diferencias en la distribución batimétrica entre áreas este ligada a la presencia de zonas con alta sedimentación, donde se puede encontrar exclusivamente a *M. barbatus*, o a zonas rocosas donde se encuentra *M. surmuletus* (Suau y Vives, 1957, Lloris, 1992-1994, Lombarte *et al.*, *in press*).

Durante la primavera, *Mullus barbatus* migra de las profundidades hacia aguas más someras (50-70 m) formándose concentraciones de adultos reproductores, una vez finalizada la freza, los organismos se retiran hacia aguas más profundas (Bougis, 1952; Wirszubski, 1953; Gottlieb, 1956; Larrañeta y Rodríguez, 1956; Suau y Vives, 1957; Sabates y Palomera, 1987;

Voliani, 1995), durante esta época se capturan los organismos mayores (grupo de edad 1 al 4). Las corrientes superficiales, transportan a los huevos y larvas hacia la costa. Durante el verano, las capturas se realizan en aguas someras (entre 20 y 50 m) y corresponden en su mayoría a los organismos recién asentados (35-70 mm) (Bougis, 1952; Gottlieb, 1956; Larrañeta y Rodríguez, 1956; Suau y Vives, 1957; Morales-Nin, 1991; Voliani, 1995). En otoño, los juveniles menores de un año, comienzan su migración paulatina hacia aguas más profundas (80-150 m), reclutándose a la población adulta a finales de otoño y principios del invierno (Suau y Vives, 1957; Tursi *et al.*, 1994).

En *Mullus surmuletus*, el ciclo es muy similar al de *M. barbatus* solo que se adelanta uno o dos meses (Bougis, 1952; Sabates y Palomera, 1987; Morales-Nin, 1991; N'Da y Déniel, 1993; González y Lorenzo 1993; Reñones *et al.*, 1995). Durante la primavera *M. surmuletus* forma agregaciones de reproductores ligeramente más someras (entre 40 y 60 m). Durante el verano y otoño los juveniles se localiza entre los 20 y 50 m de profundidad, tornándose más bentónicos a medida que avanza su ontogenia (de los 40 a los 190 m), hasta alcanzar a la población adulta durante el invierno.

Los resultados sugieren que el ciclo de vida de *Mullus surmuletus* y de *M. barbatus* son muy similares y que presentan un patrón batimétrico bien definido.

#### IV.5.4 Demografía

La determinación de la edad y el crecimiento en *Mullus barbatus* y *Mullus surmuletus*, ya sea por métodos directos (lectura de escamas y/o otolitos) o indirectos (progresión modal), siempre ha presentado grandes discrepancias entre los diversos autores. Si bien cuentan las diferentes acciones ambientales de un lugar a otro, estas no explican tales variaciones (Tabla IV, 11, Tabla IV, 12).

Los valores citados en la (Tabla IV, 11 y la Tabla IV, 12, muestran que los individuos de *Mullus barbatus* y *M. surmuletus*, analizados en este estudio pertenecen a la clase de edad 0 a 4 o 6. Si bien se observan discrepancias en la determinación de la

edad de los organismos mayores, éstas son más notorias en el intervalo de tiempo en que las larvas permanecen en estado pelágico (hasta los 40-60 mm de  $L_T$ ). Para ambas especies, Wirszubski (1953) y Sánchez *et al.* (1983) señalan que éste estado dura 10 meses. Larrañeta y Rodríguez-Roda (1956) y Gottlieb (1956) para *M. barbatus*, y Morales-Nin (1991), González y Lorenzo (1993) y Reñones *et al.* (1995) para *M. surmuletus*, demostraron que el primer anillo de crecimiento en el otolito se forma en verano y no en invierno como señala Wirszubski (1953), por tanto, su formación es concurrente con el asentamiento de las larvas, y no tiene un significado en la lectura de edad. A partir de esto y acorde con lo reportado por (Bougis, 1952; Gottlieb, 1956; Larrañeta y Rodríguez-Roda, 1956; Suau y Vives, 1957; Menu y Girin, 1978; Morales-Nin, 1991; Tursi *et al.*, 1994; García-Rubies y Macpherson, 1995; Reñones *et al.*, 1995; Voliani *et al.*, 1995; Demestre *et al.*, 1997) se puede inferir, que el estado pelágico es muy corto, de 2 a 4 meses, desde el tiempo de puesta en la primavera hasta el tiempo de formación del anillo larval en verano. La incorporación de los reclutas al arte de pesca (clase de edad 0), se registró en agosto (50-120 mm de  $L_T$ ). La aparición de dichos ejemplares se produce como consecuencia del paso de la vida pelágica al asentamiento al fondo marino de los juveniles, 45-65 mm  $L_T$ .

Diversos autores citan un desfase en los períodos de desove de ambas especies (Ninni, 1912; Bougis, 1952; Suau y Vives, 1957; Sabates y Palomera, 1987; Reñones *et al.*, 1997). Sin bien en este estudio no se observan diferencias claras en los períodos de asentamiento, reflejo del solapamiento en el período de desove ocurrido en marzo-julio para ambas especies (Sánchez *et al.*, 1995), no obstante, la presencia de tallas mayores de *Mullus surmuletus* hace suponer que el período de puesta es anterior al de *M. barbatus*, tal y como señalan Suau y Vives (1957) y no el reflejo de las tasas de crecimiento, tal y como se puede observar en la Tabla IV, 10. La coexistencia de ambas especies en su fase pelágica, es posible debido a la separación temporal de los picos máximos de freza y asentamiento. Además, las diferencias en la distribución batimétrica permiten la coexistencia de diferentes intervalos de tallas de cada especie, que posiblemente permiten la partición del recurso (Reñones *et al.*, 1997).

## Descripción y Aspectos Biológicos

Tabla IV, 10. Longitud estimada para los meses que comprenden el preasentamiento al postasentamiento, a partir de las ecuaciones de crecimiento determinadas por: 1) Demestre *et al.* (1997) para *Mullus barbatus* y 2) Sánchez *et al.* (1995) para *M. surmuletus*.

F	Especie	$L_{\infty}$	K	$t_0$	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	
1	<i>Mullus barbatus</i>	330	0.38	-0.07	37.56	44.67	55.50	64.06	72.35	80.38	
2	<i>Mullus surmuletus</i>	*	441	0.27	-0.07	36.26	45.20	53.94	62.50	70.86	79.04

Tabla IV, 11. *Mullus barbatus*: Longitud por grupo de edad ( $L_i$ ) estimada a partir de los parámetros de crecimiento de distintos autores (F): 1) Wirszubski (1953); 2) Gottlieb (1956); 3) Larrañeta y Rodríguez-Roda (1956); 4) Sánchez *et al.* (1983); 5) Tursi *et al.* (1994); 6) Sánchez *et al.* (1995); 7) Voliani *et al.* (1995); 8) Demestre *et al.* (1997). Donde: (O) Lectura de otolitos, (P) Progresión modal y (\*) Valor promedio calculado.

F	Localidad	M	$L_{\infty}$	K	$t_0$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$	
1	Israel	P	*			73.85	100.55	124.65	146.9	168.65	188.75	
2	Israel	O				107.00	129.00	152.00	170.00			
3	Castellón, España	P	*			129.75	157.50	179.50	192.75	201.50		
4	Cataluña, España	O	297	0.09	-4.42	113.85	129.48	143.77	156.85	168.82	179.76	
5	Jónico, Grecia	O	252	0.26	-1.71	127.43	155.95	177.94	194.90	207.97	218.05	
6	Vilanova i la Geltrú, España	P	<u>330</u>	<u>0.38</u>	<u>-0.07</u>	<u>110.08</u>	<u>179.61</u>	<u>227.15</u>	<u>259.67</u>	<u>281.90</u>	<u>297.11</u>	
7	Livorno, Italia	P	*	245	0.68	-0.25	124.68	186.40	216.96	232.10	239.61	243.33
8	Porto Santo Stefano, Italia	P	345	0.34	-0.14	110.02	177.08	225.00	259.24	283.72	301.21	
8	Vilanova i la Geltrú, España	P	330	0.38	-0.07	110.08	179.61	227.15	259.67	281.90	297.11	
8	Castellón, España	P	320	0.39	-0.59	146.70	202.08	239.76	265.40	282.85	294.72	
8	Santa Pola, Italia	P	330	0.28	-0.49	112.75	165.81	205.90	236.21	259.12	276.43	

Los datos de Sánchez *et al.* (1995) y Demestre *et al.* (1997) provienen de la misma fuente.

Tabla IV, 12. *Mullus surmuletus*: Longitud por grupo de edad ( $L_i$ ) estimada a partir de los parámetros de crecimiento de distintos autores (F): 1) Bougis (1952); 2) Gharbi y Ktari (1979); 3) Andaloro (1982); 4) Sánchez *et al.* (1983); 5) Andaloro y Giarritta (1985); 6) Morales-Nin (1991); 7) Reñones *et al.* (1995). Donde: (O) Lectura de otolitos, (P) Progresión modal y (\*) Valor promedio calculado.

F	Localidad	M	$L_{\infty}$	K	$t_0$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$	
1	Bañuls, Francia	E	*			135.00	205.00	247.50	285.40	306.70		
2	Túnez		215	0.50	-0.12	91.99	140.43	169.81	187.63	198.44	204.99	
3	Mar Tirreno Italia		*	276	0.27	-2.535	169.55	194.67	213.84	228.48	239.65	248.18
4	Cataluña, España	O	325	0.11	-3.65	129.89	150.18	168.37	184.66	199.26	212.35	
5	Canal de Sicilia, Italia		*	280	0.45	-0.27	121.89	179.18	215.72	239.01	253.86	263.34
6	Mallorca, España	O	298	0.24	-2.64	172.28	198.78	219.68	236.16	249.15	259.40	
7	Mallorca, España	O	313	0.21	-2.35	158.46	187.82	211.60	230.85	246.44	259.06	



En ambas especies se observa que la mayoría de los individuos alcanzan los 100 mm en su primer invierno (Figura IV, 7, Figura IV, 11), estos resultados concuerdan con lo estipulado por diversos autores (Bougis, 1952; Larrañeta y Rodríguez-Roda, 1956; Sánchez *et al.*, 1983; Sabates y Palomera, 1987; Tursi *et al.*, 1994).

#### IV.6 Bibliografía.

- Andaloro, F. y Giarritta S.P. 1985. Contribution to the Knowledge of the Age and Growth of Striped Mullet *Mullus barbatus* (L. 1758) and the Red Mullet *Mullus surmuletus* (L. 1758) in the Sicilian Channel. FAO Fish Rep. 336: 89-92.
- Arculeo, M., Cammarata, M., Lo Brutto, S. y Parrinello, N. 1994. Variabilita' Genetica di *Mullus barbatus* Lungo le Coste Italiane. Biologia Marina Mediterranea 1: 327-328.
- Arias, E. y Morales, E. 1977. Estudio Comparativo de los Electroforegramas de las Proteínas Musculares Solubles de *Mullus surmuletus* y *Mullus barbatus*. Investigacion Pesquera 41: 323-330.
- Ben-Eliahu, M. N. y Golani, D. 1990. Polychaetes (Annelida) in the Gut Contents of Goatfishes (Mullidae), with new Polychaete Records for the Mediterranean Coast of Israel and the Gulf of Elat (Red Sea). Marine Ecology 11:193-205.
- Ben-Tuvia, A. 1966. Red Fishes Recently Found in the Mediterranean. Copeia 2: 254-275.
- Ben-Tuvia, A. 1985. The Impact of the Lessepsian (Suez Canal) Fish Migration on the Eastern Mediterranean Ecosystem. En: Moraitou-Apostolopoulou.M y V.Kiortsis (eds). Mediterranean Marine Ecosystem. Plenum Press, New York, 367-375.

- Ben-Tuvia, A. y Kissil, W. G. 1988. Fishes of the Family Mullidae in the Red Sea, With a Key to the Species in the Red Sea and Eastern Mediterranean. *Ichthyological Bulletin* 52:1-16.
- Ben-Tuvia, A. y Golani, D. 1989. A New Species of Goatfish (Mullidae) of the Genus *Upeneus* From the Red Sea and the Eastern Mediterranean. *Israel Journal of Zoology* 36:103-112.
- Bougis, P. 1952. Recherches Biométriques Sur Les Rougets (*Mullus barbatus* L., *Mullus surmuletus*, L.). *Archives de Zoologie Expeérimentale et Générale* 89: 57-174.
- Boulenger, G. A. 1904. Fishes (Systematic account of the Teleostei). In the Cambridge natural history, 7:541-727,fig. 325-440.
- Brünnich, M. T. 1768. *Ichthyologia Massiliensis, Sistens Piscium Descriptiones Eorumque Apud Incolas Nomina. Accedunt Spolia Maris Adriatici*. Copenhagen. 72
- Caldwell, M. K. 1962. Development and Distribution of Larval and Juvenile Fishes of the Family Mullidae of the Western North Atlantic. *Fishery Bulletin* 62:403-457, 43 fig.
- Cammarata, M., Parrinello, N. y Arculeo, M. 1991. Biochemical Taxonomic Differentiation Between *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus* (Pisces, Mullidae). *Comparative Biochemical Physiology* 99 (B): 719-722.
- Castelnuovo, G. 1936. Contributo Biomotrico all Conoscenza della Sistematica delle Triglie. *Bollettino di Pesca Anno XII* 289-301
- Corradini, ? . 1935. Sulla Consistenza di Alcune Differenze Biometriche delle Specie *Mullus barbatus* e *Mullus surmuletus*. *Bollettino di Zoologia* VI 333-334.
- Corti, M., Thorpe, R. S., Sola, L., Sbordoni, V. y Ctaudella, S. 1988. Multivariate Morphometrics in Aquaculture: A Case Study of Six Stocks of the Common Carp (*Cyprinus Capri*) from Italy. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45: 1548-1554.

- Demestre, M., Sbrana, M., Álvarez F. y Sánchez, P. 1997. Analysis of the Interaction of Fishing Gear in *Mullus barbatus* Fisheries of the Western Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology* 13: 49-56.
- Eschmeyer, W. N. 1990. Catalogue of the Genera of Recent Fishes. San Francisco: California Academy of Sciences. i-v + 1-697
- Fage, L. 1909. Étude de la Variation Chez le Rouget (*Mullus barbatus* et *Mullus surmuletus* L.) *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*. 5<sup>a</sup> ser.,1:389-445.
- Fisher, W., Bauchot, M. L. y Schneider, M. 1987. Méditerranée et Mer Noire. Vertébrés. pp 761-1530. En: *Fishes FAO d'identification des Espèces pour les Besoins de la Pêche*. vol.II.Rome:FAO.
- García-Rubies, A y Macpherson, E. 1995. Substrate use and Temporal Pattern of Recruitment in Juvenile Fishes of the Mediterranean Littoral. *Marine Biology* 124:35-42.
- Golani, D y Galil, B. 1991. Trophic Relationships of Colonizing and Indigenous Goatfishes (Mullidae) in the Eastern Mediterranean With Special Emphasis on Decapod Crustaceans. *Hydrobiologia* 218:27-33.
- González, J. M. y Lorenzo, J. M. 1993. Período Reproductivo y Talla de Primera Madurez Sexual del Salmonete de Roca *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758), en las Islas Canarias. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 9:361-366.
- Gosline, W. A. 1984. Structure, Function, and Ecology in the Goatfishes (Family Mullidae). *Pacific Science*. 38: 313-323.
- Gottlieb, E. 1956. The Age and Growth of the Red Mullet *Mullus barbatus* L. in Israel Waters 1953-1955. *Bulletin of Sea Fisheries Research Station, Haifa* 12: 3-20.
- Günther. A. 1859. Catalogue of the Acanthopterygian Fishes in the Collection of the British Museum. I:397-411

- Hass, G y Steinitz, H. 1947. Erythrean Fishes on the Mediterranean Coast of Palestine. *Nature* (London) 160:28.
- Hose, H. D. y Moore, R. H. 1977. *Fishes of the Gulf of Mexico, Texas, Louisiana, and Adjacent Waters*. College Station and London: Texas A & M University Press.
- Hureau, J. C. 1973. Mullidae. En: Check-List of Fishes of North-Eastern Atlantic and of the Mediterranean. Hureau, J. C. & Monod. Th. (Eds.). Ed. UNESCO. I, 402-404 pp.
- Hureau, J. C. 1986. Mullidae. En: *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean Sea*. Whitehead, P. J. P., Bouchot, K. L., Hureau, J. C. y Tortonese, E. (Eds.). Ed. UNESCO. II, 878-879 pp.
- Ibáñez, A. L. y Leonart, J. 1996. Relative Growth and Comparative Morphometrics of *Mugil cephalus* L. and *M. curema* V. In the Gulf of Mexico. *Scientia Marina* 60: 361-368.
- Jordan, D. S. y Evermann, B. W. 1896. The Fishes of North and Middle America. *Bulletin United States National Museum* 47: 855-856.
- Jordan, D. S. y Gilbert, C. H. 1882. Notes on Fishes Observed About Pensacola, Florida, and Galveston, Texas, With Description of New Species. *United States National Museum, Proceedings* 5, 241-307.
- Larrañeta, M. G. y Rodríguez-Roda, J. 1956. Contribución al Conocimiento de la Pesquería del Salmonete de Fango (*Mullus barbatus* L.) de las Costas de Castellón. *Investigacion Pesquera* 3: 45-68.
- Linnaeus, C., 1758. *Systema Naturae per Regna Tria Naturae secundum Classes, Ordines, Genera, Species cum Characteribus, Differentiis Synonymis, Locis*. 10th ed., Vol. 1. Holmiae Salvii. 824 p.
- Lloris, D. 1992-1994. Estudio de la Zonación Ictiológica en el Talud (entre 0-2500 m) del Mediterráneo Occidental. Project. N° PB90-0166 DGICYT.

- Lo Bianco, S. 1907. L'origine dei Barbigli Tactili nel Genere *Mullus*. atti della Reale Accademia dei Lincei, Ser 5, Rendiconti, Classe di Scienza Fisiche, Matematiche e Naturali, 16:577-586,8 figs.
- Lombarte, A. y Llonart, J. 1993. Otolith Size Change Related with Body Growth, Habitat Depth and Temperature. *Environmental Biology of Fishes* 37: 297-306.
- Lombarte, A. y Aguirre, H. 1997. Quantitative Differences in the Chemoreceptor Systems in the Barbels of Two Species of Mullidae (*Mullus surmuletus* and *M. barbatus*) With Different Bottom Habitats. *Marine Ecology Progress Series* 150: 57-64.
- Lombarte, A., Recasens, L., Gonzáles, M. y Gil de Sola, L. (*in press*). Spatial Segregation of Two Species of Mullidae (*Mullus surmuletus* and *Mullus barbatus*) in Relation to Habitat. *Marine Ecology Progress Series*.
- Lozano y Rey L. 1952. Ictiología Ibérica. III Peces Fisoclistos. Subserie Torácicos. Primera Parte Órdenes Bericiformes, Zeiformes, Perciformes, Escorpeniformes y Balistiformes. *Memorias de la Real Academia de Ciencias Exactas, Física y Naturales de Madrid*. Tomo XIV. 243-249.
- Mamuris, Z., Apostolidis, A. P., Panagiotaki, P., Theodorou, A. J. y Triantaphyllidis, C. 1998a. Morphological Variation Between Red Mullet Populations in Greece. *Journal of Fish Biology* 52: 107-117.
- Mamuris, Z., Apostolidis, A. P. y Triantaphyllidis, C. 1998b. Genetic Protein Variation in Red Mullet (*Mullus barbatus*) and Stripes Red Mullet (*M. suemulletus*) Populations from the Mediterranean Sea. *Marine Biology* 130: 353-360.
- McCormick, M. I. 1993. Development and Changes at Settlement in the Barbel Structure of the Reef Fish, *Upeneus tragula* (Mullidae). *Environmental Biology of Fishes* 37:269-282.
- McCormick, M. I. y Molony, B. W. 1992. Effects of Feeding History on the Growth Characteristics of a Reef Fish At Settlement. *Marine Biology* 114: 165-173.

- Meng, H. J. y Stocker, M. 1983. An Evaluation of Morphometrics and Meristics for Stock Separation of Pacific Herring (*Clupea harengus pallasii*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 41: 414-422.
- Menu B. Y Girin M (1978). Ponte, Incubation et Développement Larvaire du Rouget de Roche (*Mullus surmuletus*) en Laboratoire. Vie Milieu 29 (3 AB): 517-530.
- Monod, T. 1968. Le Complexe Urophore Des Poissons Téléostéens. Mémoires de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire 81:1-702, 989 figs.
- Montalenti, G. 1956. Mullidae. Fauna e Flora del Golfo di Napoli, Monografia. 38:391-398.
- Morales-Nin, B. 1991. Parámetros Biológicos del Salmonete de Roca *Mullus surmuletus* (L. 1758), En Mallorca. Boletín del Instituto Español de Oceanografía 7:139-147.
- Moreau, E. 1881. Historie Naturelle Des Poissons de la France. II. Paris. 242-254 pp.
- Motta, J. P., Norton, S. F. y Luczkovich, J. J. 1995. Perspectives on the Ecomorphology of Bony Fishes. Environmental Biology of Fishes 44:11-20.
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the World. 3re de. New York: John Wiley and Sons. 600 p.
- Ninni, E. 1912. Catalogo dei Pesci del Mare Adriatico. Venezia. 271 p.
- Norton, S. F., Luczkovich, J. J. y Motta, J. P. 1995. The Role of Ecomorphological Studies in the Comparative Biology of Fishes. Environmental Biology of Fishes 44:287-304.
- Papaconstantinou, C. 1990. The Spreading of Lessepsian Fish Migrants Into the Aegean Sea (Greece). Scientia Marina 54: 3131-316.
- Pepin, P. y Carr, S. M. 1993. Morphological, Meristic, and Genetic Analysis of Stock Structure in Juvenile Atlantic Cod (*Gadus morhua*) from the Newfoundland Shelf. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 50: 1924-1933.

- Regan, C. T. 1913. On the Classification of the Pericoid Fishes. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser.8,12:111-145.
- Remotti, E. 1933. Il Problema Sistemático del Gen. *Mullus* L. Et soi Aspetti Endocrini. *Bollettino di Museo e Laboratorio di Zoologia, Università di Genova*, XIII, 69, pp. 1-20.
- Reñones, O., Massuti, E. y Morales-Nin, B. 1995. Life History of the Red Mullet *Mullus surmuletus* from the Bottom -Trawl Fishery of the Island of Majorca (North-West Mediterranean). *Marine Biology* 123: 411-419.
- Sabates, A. y Palomera, I. 1987. Repartition Des Larves du Rouget de Vase (*Mullus barbatus*, L., 1758) le Long de la Cote Catalane (Méditerranée Occidentale). *Vie et Milieu*, 37(3/4):207-214.
- Sánchez. P., Morales-Nin. B. y Martín, P. 1983. The Mulletts (*Mullus surmuletus* L. 1758, *Mullus barbatus* L. 1758) of the Catalan Coast: Biological and Fishing Aspects. *Int Counc Explor Sea Comm Meet (Demersal Fish Comm)* 27: 1-19
- Sanchez, P. y PDPEM. 1991. Estudi De l'Impacte de la Pesca dels Arrastrers Petits en els Stocks d'Espècies Comercials de la Costa Catalana. Informe final. Financiat per la Generalitat de Catalunya.
- Sánchez, P., Alvarez, F., de Ranieri, S., Sartor, P. 1995. Evaluation and Analysis of the Interaction of Fishing Gears in the Demersal Fisheries of Western Mediterranean. Final Report. EC Research Programme Studies in the Fishing Sector. MED92/009. (Mimeo) 333 p.
- Smith, C. L. y Bailey, R. M. 1962. The Subocular Shelf of Fishes. *Journal of Morphology* 110:1-18,3 pls.
- Sokal, R. R. y Rohlf, J. F. 1981. *Biometría. Principios y Métodos Estadísticos en la Investigación Biológica*. H. Blume Ed., España. 832 p.
- Starks, E. C. 1926. Bones of the Ethmoid Region of the Fish Skull. *Stanford University Publications. University Series. Biological Science* 4:139-338, 58 figs.

- Starks, E. C. 1930. The Primary Shoulder Girdle of the Bony Stanford University Publications. University Series. Biological Science 6:149-239,38 figs.
- Suau, P. y Vives, F. 1957. Contribución al Estudio del Salmonete de Fango (*Mullus barbatus* L.) del Mediterráneo Occidental. Investigacion Pesquera 9:97-118.
- Tortonese, E. 1953. Su Alcuni Pesci Indo-Pacifici Immigranti Nel Mediterraneo Orientale. Bollettino di Zoología 20:73-81
- Tortonese, E. 1975. Fauna d'Italia X. Osteichthyes (pesci ossei). 565 p. Ed. Calderini Bologna.
- Tursi, A., Matarrese, A., D'Onghia, G. y Sion, L. 1994. Population Biology of Red Mullet (*Mullus barbatus* L.) from the Ionian Sea. Marine Life 4: 33-43.
- Uiblein, F. 1991. Ontogenetic Shifts in Resource use and Schooling Tendency Related to Body Size in Red Sea Goatfish. Marine Ecology 12: 153-161.
- Vitturi, R., Catalano, E. y Barbieri, R. 1992. Karyological and Molecular Characterization of *Mullus surmuletus* and *Mullus barbatus* (Pisces, Mullidae). Cytologia 57: 65-74.
- Voliani, A., Abella A. y Auteri, R. 1995. Length Based Methods for Determination of Growth Parameters by Sex in *Mullus barbatus*. Rapport Commission Internationale pour L'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée 34: 263.
- Wiig, O. 1985. Morphometric Variation in the Hooded Seal (*Cystophora cristata*). Journal of Zoology 206 (A): 497-508.
- Wirszubski, A. 1953. On the Biology and the Biotope of the Red Mullet *Mullus barbatus* L. Bulletin of Sea Fisheries Research Station, Haifa 7,1-20, 32 tables.