

VIII. Discusión global

VIII.5 Discusión

Contrario a lo referido en la bibliografía, el género *Mullus* presenta pequeños dientes caniniformes en el hueso premaxilar en especímenes >100 mm L_T . Debido a esto, es necesario modificar las claves taxonómicas y cambiar el carácter "sin dientes" por "pequeños dientes caninos presentes en el premaxilar, no evidentes en especímenes >100 mm L_T o poco evidentes en especímenes <50 mm L_T . Por otro lado, la variabilidad de este carácter 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

Los múlidos exhiben morfológicamente fuertes similitudes intraespecíficas, aún cuando, existen variaciones atribuibles a la diferente estructura genética de las poblaciones y/o la plasticidad fenotípica, es posible diferenciar a *Mullus barbatus* de *M. surmuletus* a partir de las diferencias en la longitud (L_C), alto (H_C) y ancho (W_C) de la cabeza, el tamaño y la forma del otolito *sagitta*, y el tamaño, distribución y patrones de agrupamiento de las papilas gustativas externas (*TBs*) presentes en los barbillones hioideos.

El intervalo de distribución batimétrica de *Mullus surmuletus* (hasta 460 m), es más amplio que el de *M. barbatus* (hasta 300 m), su distribución está supeditada al tipo de substrato y en menor grado a la profundidad. *M. surmuletus* se concentra en substratos rocosos, mientras que *M. barbatus* se congrega en fondos de alta sedimentación como los fangos. Los reclutas, presentan un intervalo batimétrico de asentamiento muy similar, sin embargo, se observa un desfase temporal, presentándose primero el pico máximo de *M. barbatus* y después el de *M. surmuletus*. En ambas especies, los organismos >100 mm de L_T habitan zonas más profundas que los ≤ 100 mm de L_T .

En ambas especies, la transición de la fase pelágica a la bentónica está ligada a transformaciones morfológicas. La pérdida de los dientes del maxilar superior y el aumento en la densidad y tamaño de las *TBs* coinciden con el cambio de dieta y

la percepción de los estímulos sensoriales asociados al gran cambio de las características ambientales.

Ambas especies forman parte del grupo de peces bentónicos que se alimentan de una gran variedad de tipos y tamaños de presas. Su dieta esta dominada por presas bentónicas de amplia distribución, complementada con componentes bentopelágicos, como presas secundarias, cuya presencia aumenta con la talla. No obstante, las presas bentónicas siguen dominando la dieta. Más del 80% de sus presas son raras, el aumento poblacional de un recurso, provoca la concentración del forrajeo sobre este componente, mientras que una baja dominancia, incrementa el intervalo de tamaños y tipos de presas, con el consiguiente aumento en la amplitud trófica. Se pueden identificar tres grupos principales de presas, las dominantes durante todo el año, las presentes durante todo el año y las abundantes durante un corto período de tiempo.

La amplitud del nicho trófico de *Mullus barbatus* es ligeramente menor al de *M. surmuletus*, debido a la mayor riqueza de especies consumidas, reflejo, probablemente, de la mayor homogeneidad del sistema depredado por esta última especie. En ambas especies la amplitud de la dieta de los grupos de organismos ≤ 100 mm es más selectiva, en términos del número de categorías tróficas ingeridas, que la de los adultos (>100 mm), la cual tiende a aumentar, reflejo del incremento en la talla de sus presas, la consecutiva disminución del número de presas por estómago (baja en la dominancia), y el mayor tipo de presas a las que acceden.

Ambas especies se alimentan básicamente de los mismos componentes tróficos, sin embargo, los altos valores de disimilitud ($>70\%$) evidencian las diferencias en el aprovechamiento del recurso alimenticio, lo cual indica que éste está bien repartido. En general, *Mullus barbatus* depreda las comunidades de fango, arena y ocasionalmente las de grava, mientras que *M. surmuletus* accede a las comunidades de arena, grava, substratos duros y eventualmente fango. La segregación del nicho trófico, en forma de selección de sus componentes, permite la coexistencia intra e interespecífica. Entre los peces ≤ 100 mm L_T , *Mullus barbatus*, consume más copépodos, y menos poliquetos y crustáceos que

M. surmuletus. Entre los peces >100 mm L_T , *Mullus barbatus*, consume más anfípodos y menos decápodos que *M. surmuletus*.

Las estructuras peculiares de los múlidos están relacionadas con diversos aspectos de su ecología. Dichas características permiten que cada especie explote un nicho alimenticio particular y diferenciado de la otra.

En ambas especies, las variaciones en la densidad y diámetro de las *TBs* a lo largo de los barbillones hiodeos, son el reflejo de sus diferentes grados de desarrollo. Estas variaciones, permiten a los organismos mejorar la detección de las pequeñas diferencias en las concentraciones químicas ambientales, aumentando su capacidad para localizar eficazmente las fuentes emisoras. La mayor sensibilidad de *Mullus barbatus*, asociada a su mayor densidad y complejidad de *TBs*, le facilita la localización de las presas en fondos fangosos, donde la visibilidad es menor y donde los estímulos químicos y mecánicos son la fuente más importante de información, que en las áreas rocosas, de aguas más claras, que habita *M. surmuletus*.

Asumiendo que en taxa cercanas como el género, los sistemas sensoriales de las diferentes especies presentan el mismo diseño evolutivo básico y que sus variaciones son el producto de las adaptaciones a sus diferencias nichos ecológicos, las variaciones interespecíficas en la tasa S/O (área del surco acústico/ área del otolito) y A_P/A_{TB} (área del poro/ área de la *TB*) son el reflejo de las variaciones en el procesamiento de los estímulos.

La sensibilidad auditiva de los múlidos, relacionada con la tasa S/O , es muy similar a lo encontrado en otras especies bentónicas con estilos de vida similares. *Mullus surmuletus* que vive en hábitats con una acústica más compleja, presentó una tasa S/O mayor. Si bien, el oído interno del género *Mullus* no se puede considerar anatómicamente especializado, la interacción de los estímulos detectados con los barbillones sensoriales y el oído interno podrían compensar la falta de especialización anatómica del oído. Aún cuando, ambas especies de *Mullus* son capaces de detectar a presas grandes y no miméticas con la vista, la situación de sus ojos (parte superior de la cabeza y alejada del perfil anterior), restringe el campo visual al frente de la

boca, aunado a esto, la continua remoción del substrato resultado del movimiento de los barbillones durante el proceso de forrajeo, provoca un aumento en la turbidez del agua, por lo que el sistema de *TBs* externas de los barbillones actúa como mecanismo compensatorio en el proceso de detección y captura de las presas justo antes de la ingestión. La presencia de un sistema de *TBs* bien desarrollado, ojos grandes y un sistema auditivo funcional pero no especializado, le permite a ambas especies del género *Mullus* tener un amplio campo sensorial, utilizando los estímulos químicos y mecánicos en la detección y captura de sus presas, y los estímulos visuales y auditivos en el análisis de su entorno, maximizando de este modo la eficiencia de forrajeo y disminuyendo el riesgo de depredación.

Las estructuras singulares de la morfología de ambas especies y la búsqueda activa de sus presas, demuestran que éstas están altamente especializadas. Su estrategia alimenticia consiste en inspeccionar el substrato con sus barbillones hioideos, seleccionando a sus presas en función de su palatabilidad, por lo que se les puede caracterizar como forrajeros activos generalistas. Ambas especies del género *Mullus*, se han especializado en una alimentación basada en invertebrados bentónicos, adaptándose evolutivamente a hábitats diferentes, de acuerdo a la tendencia de las especies del mismo origen para minimizar el solapamiento de nichos y la depredación. El desarrollo de estructuras sensoriales distintas, en este caso las *TBs* en los barbillones hioideos, juegan un papel importante en este proceso de diferenciación específica.

IX. Conclusiones

- 1) El género *Mullus* presenta pequeños dientes caninos en el premaxilar, no evidentes en especímenes >100 mm L_T o poco evidentes en especímenes <50 mm L_T . La variabilidad del carácter “dientes”, plantea la necesidad de valorar su bondad para separar los géneros de la familia Mullidae.
- 2) Morfológicamente es posible separar a *Mullus barbatus* de *M. surmuletus*, a partir de las diferencias en las dimensiones cefálicas, el tamaño y la forma del otolito *sagitta*, y el tamaño, densidad y patrones de asociación de las papilas gustativas externas (*TBs*) de sus barbillones hioideos.
- 3) Las diferencias en la distribución entre especies están relacionadas directamente con el tipo de substrato. En ambas especies, los organismos >100 mm de L_T habitan zonas más profundas que los ≤ 100 mm de L_T . Los organismos recién asentados presentan un desfase temporal, presentándose primero el pico máximo de *Mullus barbatus* y después el de *M. surmuletus*.
- 4) El oído interno del género *Mullus* no se puede considerar anatómicamente especializado. *M. surmuletus*, que vive en hábitats más ruidosos, presentó una tasa *S/O* (relacionada con la sensibilidad auditiva) ligeramente mayor a la observada en *M. barbatus*.
- 5) Las diferencias observadas a lo largo de la ultraestructura de los barbillones (tamaño, densidad y patrones de asociación), se deben a los diferentes grados de desarrollo de las *TBs*. Estas variaciones aumentan la capacidad de los organismos para localizar eficazmente las fuentes emisoras de estímulos. La mayor sensibilidad a estímulos químicos y mecánicos de *Mullus barbatus*, le facilita la localización de las presas en fondos fangosos con aguas turbias.
- 6) El sistema de *TBs* actúa como mecanismo compensatorio en el proceso de detección y captura de las presas. La interacción de los estímulos, le confiere a *Mullus barbatus* y *M. surmuletus* un amplio espectro sensorial, maximizando de este modo la eficiencia de forrajeo y disminuyendo el riesgo de depredación.

- 7) La dieta de ambas especies esta dominada por presas bentónicas, complementada con componentes bentopelágicos. El aumento poblacional de un recurso, provoca la concentración del forrajeo sobre estos componentes, mientras que una baja dominancia, incrementa el intervalo de tamaños y tipos de presas. Se pueden determinar tres grupos principales de presas:
- A) Componentes dominantes a lo largo del año;
 - B) Componentes presentes a lo largo del año, pero que por su abundancia resultaron ser raros;
 - C) Componentes con abundancia limitada a un lapso de tiempo corto.
- 8) La amplitud del nicho trófico de *Mullus barbatus* es menor al de *M. surmuletus*. En ambas especies, los juveniles consumen menos categorías tróficas que los adultos. Los organismos ≤ 100 mm L_T de *M. barbatus* consume más copépodos y menos poliquetos y decápodos que *M. surmuletus*, mientras que los organismos > 100 mm L_T de *M. barbatus* consume más anfípodos y menos decápodos que *M. surmuletus*. El cambio en el espectro alimenticio es una consecuencia directa del requerimiento energético de presas mayores, de la limitación morfológica del tamaño máximo de la presa, y de la capacidad de digestión.
- 9) *Mullus barbatus* depreda las comunidades de fango, arena y ocasionalmente las de grava, mientras que *M. surmuletus* accede a las comunidades de arena, grava, substratos duros y eventualmente fango. La segregación del nicho trófico, permite la coexistencia interespecífica.
- 10) Ambas especies se han adaptado a hábitats diferentes, de acuerdo a la tendencia de las especies del mismo origen para minimizar el solapamiento de sus nichos ecológicos. Evolutivamente, el desarrollo de estructuras sensoriales distintas, juega un papel importante en este proceso.