Inv. Pesq.	27	Págs. 13-119	octubre 1964

Aspectos del crecimiento relativo en peces del Mediterráneo Occidental

por

C. BAS *

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El interés por el crecimiento de los seres vivos es indiscutible, no sólo como un fenómeno biológico en sí mismo, sino también porque su evolución es fiel reflejo de las vicisitudes de la vida del ser. Resulta en extremo difícil encontrar una definición exacta del crecimiento ya que ni considerándolo como un aumento en peso o en volumen o como una variación en la estructura interna o externa queda exactamente definido. En realidad el crecimiento es una transformación evolutiva. Entraña en sí mismo una serie de transformaciones y evoluciona constantemente hacia una forma de equilibrio. Así se dan casos en los que existe evidentemente evolución, pero no existe transformación, como ocurre en los movimientos morfogenéticos especialmente notables en los procesos de fructificación de muchos myxomicetos. En otros casos puede existir transformación, pero no evolución cuando en la madurez se da un perfecto equilibrio entre los diversos fenómenos que intervienen en estas transformaciones. En general transformación vendrá equiparada a actividad metabólica y evolución, en el sentido de variación en los caracteres mensurables, dimensión y peso. En este sentido han sido pocos los estudios realizados incluyendo no sólo el crecimiento en longitud, tal como normalmente se entiende en la mayoría de los animales y especialmente en los peces, sino también la variación en la forma y en las estructuras internas.

En realidad la mayoría de las fórmulas empleadas para expresar de alguna manera este crecimiento son más bien expresiones gráficas de este crecimiento general. Esta medida se obtiene en función de algún carácter fácilmente mensurable, por ejemplo, en los peces, las escamas, los otolitos, las vértebras, los radios, etc. Todos ellos adolecen, entre otros,

* Inst. de Investigaciones Pesqueras. Paseo Nacional, s/n. BARCELONA.

del defecto de no expresar el crecimiento, aun dimensional, más que en una forma compendiada, prescindiendo de las oscilaciones o ritmos existentes en el mismo. Últimamente, algunos autores han iniciado la investigación de este aspecto del crecimiento fijándose en diferentes estructuras de las escamas de algunos peces. Sin embargo, por lo general, la referencia utilizada para conocer el crecimiento carece de la exactitud y de la precisión necesarias para llegar a descubrir la fina variación a que se hace referencia.

Un mayor sentido biológico tiene la expresión dada por VON BERTALANFFY, que parte de la verdadera concepción del crecimiento en su sentido total incluyendo como base la actividad metabólica del organismo de que se trata. La continuidad de esta función, o mejor del conjunto de funciones, y el hecho de que ella misma sea la base del crecimiento, dan validez general a la fórmula expuesta por este autor. Como además el metabolismo, en su doble expresión de catabolismo y anabolismo, puede ser expresado, a fin de hacerlo fácilmente mensurable, como la superficie de absorción a través de la cual es posible la entrada del material objeto del metabolismo y por otra parte como el peso total del ser, pues en todo él se realizan los fenómenos que han de dar lugar a la liberación energética para su funcionamiento, incorporados estos elementos en la formulación, ésta incluye, por una parte el atributo mensurable o evolutivo del crecimiento y por otro nos revela las transformaciones que se van produciendo. El adecuado ajuste permite, al menos desde el punto de vista teórico, seguir, con toda fidelidad y utilizando una referencia plenamente significativa, la función crecimiento.

La mayor parte de los estudios de tipo general realizados hasta ahora se refieren al aumento en longitud y peso. Menos atención se ha prestado a la variación de la forma externa, aunque recientemente se ha considerado su significación biológica. Peor estudiado ha sido el desarrollo particular de los órganos internos y sólo, excepcionalmente el hígado y las gonadas, por su interés práctico y tecnológico, han merecido alguna atención. Convendría, no obstante, no olvidar el desarrollo de algunas glándulas internas, pues seguramente ello aportaría mucha luz para explicar otras variaciones externas más ostensibles, pero poco conocidas en su exacto sentido. La forma, no obstante, es en realidad el resultado del crecimiento diferencial en sentido dimensional y en sus múltiples direcciones. Ahora bien, es sabido que la forma en los seres vivos representa una faceta del equilibrio con el medio que les rodea, o sea una superficie de equilibrio entre su actividad y el ambiente, no siendo factibles formas arbitrarias, los llamados fenómenos en sentido vulgar, ya que los escasos existentes acaban siempre por ser aniquilados. Ello entraña que la forma representa por una parte un valor de adaptación ; por otra, por ser una superficie en equilibrio dinámico, cualquier variación introducida repercutirá o bien en el establecimiento de un nuevo tipo de forma equilibrada

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

o en su destrucción. Así, cualquier variación biológica referida al tiempo, puede tener una variación en su sentido dimensional y ésta, alterando el equilibrio de la forma, obligar a una evolución hacia una fase de estabilidad. En este sentido el estudio de la forma o al menos de algunas de las medidas consideradas como mejores indicadoras de la forma, relación siempre un tanto subjetiva, tiene un considerable valor, especialmente si puede relacionarse con el crecimiento general y con el *habitat* en que se desarrollan los individuos estudiados.

El concepto de alometría ha sido muy utilizado para el estudio de las variaciones de las diferentes partes en el estudio de crecimiento relativo para, del conjunto, intuir la variación en la forma. En realidad, la relación se mantiene siempre en el campo de las funciones exponenciales ; por tanto, el exponente es el que verdaderamente nos indica la naturaleza de la relación entre las dos medidas comparadas. Desde un punto de vista elemental, esta relación oscilará alrededor de la unidad al comparar medidas de igual valor : longitudes, áreas, pesos, etc., alrededor de dos, cuando se comparen, por ejemplo, longitudes con áreas y será próxima a tres cuando la comparación tenga lugar entre medidas lineales y otras cúbicas o de peso. Algunos autores como JOLICOURD han realizado mediciones en volumen, pero los resultados, a mi entender, no proporcionan el detalle que se exige a estas investigaciones. Las relaciones alométricas no son, en general, válidas para todo un ciclo vital, sino que se ajustan con mayor o menor exactitud durante períodos más o menos largos de la vida. Entonces cada uno de estos períodos podrá venir representado por una relación alométrica determinada entre las dos medidas o partes en estudio. La variación de estos valores alométricos es de gran importancia en la comprensión de cómo evoluciona la forma a lo largo del ciclo vital. Precisamente al comparar estas variaciones en las relaciones alométricas de una misma parte del cuerpo a lo largo del ciclo vital se ve claramente un más profundo sentido de estas relaciones. Las variaciones, en general, son de dos tipos o bien un salto en la gráfica representativa o bien una diferente inclinación de los segmentos de la gráfica. A lo largo de este estudio se intentará aclarar el significado de uno y otro cambio en la relación alométrica. En realidad la alometría implica algo más que simple relación ; ella lleva implícita el sentido de un impulso desencadenado en una dirección. Así, por este camino interesan mucho más los cambios acaecidos que el valor alométrico en sí mismo. En realidad, cuando el crecimiento, en su sentido amplio, lo consideramos descompuesto en sus múltiples facetas, desde el punto de vista alométrico, una variación implicará una diferente distribución de la energía vital disponible y por tanto puede llevar implícita una disminución del impulso en otra parte o función del organismo. A este respecto, no debemos olvidar que el concepto alométrico se aplica también a relaciones de tipo químico o fisiológico, pues en otro caso, considerado el fenómeno desde su total

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

amplitud perdería significación. Aun cuando se presenten saltos bruscos no hay que entender que éstos sucedan así en la realidad, ya que esto no correspondería a una exacta comprensión de los fenómenos naturales, sino de forma paulatina o bien referidos al tiempo en vez de a una medida lineal. En este aspecto es preciso profundizar porque si bien el concepto alométrico prescinde de cualquier circunstancia ajena a las partes consideradas, no obstante, por ejemplo cuando se compara el crecimiento de la cabeza con el del cuerpo, es preciso tener en cuenta que este último puede disminuir su crecimiento sin que la cabeza sea prácticamente afectada, debido a que sobre ella se realiza la mayor parte del impulso de crecimiento.

Sin la variación de los valores alométricos se estudia sobre el cuerpo de los animales y se distribuye en el tiempo —ciclo vital— aparecerá un gradiente alométrico indicador de un flujo de variación morfogenética que será preciso relacionar con el estado funcional y con el ambiente de los animales objeto de análisis.

En la investigación realizada, a cada una de las especies se le han tomado diversas medidas y se ha considerado su variación sin olvidar las características más importantes de su biología y de su ambiente. En algunos casos se han comparado ambientes diferentes, ya sea con datos obtenidos de análisis propios o bien utilizando material examinado previamente por otros autores. Posiblemente pueda verse en ello algo más de la importancia que el ambiente, en todos sus aspectos, ejerce sobre los caracteres morfogenéticos.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO EMPLEADO

La comparación de distintas medidas tomadas en diferentes puntos del cuerpo de los animales, insistimos que aquí se trata especialmente de los peces, se ha realizado hasta el presente por diferentes procedimientos. Uno de los más utilizados ha sido la relación porcentual. Ésta adolece del defecto de adulterar las verdaderas relaciones entre las medidas que se comparan (BAS, 1959). Se han empleado en algunas ocasiones fórmulas más o menos complejas, cuyo mayor inconveniente no es precisamente la complejidad de las mismas, sino el hecho de que en muchas ocasiones los coeficientes que intervienen carecen de significación biológica, quedando reducida la expresión matemática a un simple hecho especulativo desligado de la realidad viva. La fórmula propuesta por HUXLEY para representar la relación alométrica es la que mejor cuadra y la que de una manera elemental y simple, representa la relación entre las medidas que se comparan. Esta relación es de tipo exponencial; $y = a \cdot x^k$. En esta ecuación la verdadera significación corresponde a k, constante que mide la relación entre las medidas que se comparan. En general y en particular

en este trabajo, x es siempre la longitud total. En algunos trabajos como el comentado más abajo, referente a *Bathypterois dubius*, se utiliza la distancia entre la punta del hocico y el centro del pedúnculo caudal como medida de comparación. Para facilitar los cálculos se trabaja siempre con los valores logarítmicos, con lo que las relaciones se convierten en lineales. En tal caso el exponente no es otra cosa que la pendiente del ángulo o sea la tangente del mismo. Las expresiones serán, por tanto, líneas rectas que en ocasiones se sitúan a distinto nivel o bien cambian de inclinación en los diferentes períodos vitales. Tanto los saltos como las inflexiones son un tanto ficticios y debieran sustituirse por variaciones sin pérdida de continuidad. Esto no es posible utilizando este método. Interesa remarcar y es preciso tener en cuenta dos aspectos: en primer lugar si se trata de inflexiones significa que ha variado el valor del exponente o índice alométrico que expresa la relación entre ambas medidas y si sólo se ha producido un cambio de nivel entre los dos tramos de la gráfica será que la alteración afecta al valor de la constante a, la cual expresa el valor de y cuando x se anula. En esta investigación no se utiliza nunca el valor de a. Por otra parte, como quiera que el valor del crecimiento no puede experimentar un cambio brusco, tal como se indica más arriba, será interesante experimentar en estos puntos la relación que pueda existir entre a y el tiempo, pues no hay duda que debe existir una relación estrecha entre ambas magnitudes y en tal caso tal relación nos reflejaría el valor de las influencias que determinan estos saltos en la relación alométrica.

Cada una de estas variaciones, ya sea un salto ya una inflexión, expresan la existencia de una crisis seguida de una nueva fase estable. La influencia de la crisis se deja sentir en la totalidad del período estable y sólo, en ocasiones, puede ser compensada ulteriormente. Hay que tener presente, asimismo, que mientras el valor del exponente es independiente de las unidades utilizadas, el valor de a es influenciado por las mismas.

La fórmula ideal debiera dar la variación múltiple de las diversas medidas efectuadas y su variación. El análisis de la covariancia puede ayudar en tal sentido. Sin embargo, un grave inconveniente son los períodos de calma en el crecimiento de la longitud total. Sería conveniente utilizar una medida como punto de comparación que se mantuviera uniforme. Quizás el peso pueda servir para ello habida cuenta de que los ciclos de aumento de talla y peso parecen compensarse, y por tanto, mientras una parte del año el aumento de peso se debe a su propio incremento, en la otra parte es consecuencia lógica del aumento en longitud. Así, durante todo el año se produce un aumento de peso siempre más uniforme que el de longitud. Al mismo tiempo esta medida está más relacionada con la actividad metabólica del organismo. De la misma formulación de VON BERTALANFFY se deduce que el peso es función directa de la actividad catabólica, mientras que la actividad anabólica se relaciona sólo con la

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

superficie de absorción. Entonces es preciso pensar si el peso pudiera ser considerado como una función de integración de las distintas actividades específicas del funcionalismo de los seres vivos.

En las páginas que siguen se ha empleado para el cálculo de las relaciones de alometría la fórmula de regresión, utilizando para ello el método de los mínimos cuadrados. Si bien otros métodos, como por ejemplo el de la línea que representa el valor mínimo en la suma de los rectángulos del diagrama de dispersión, son también de gran utilidad; hemos preferido aquél por el manejo fácil del mismo. Los valores logarítmicos obtenidos se han trasladado al papel milimétrico y entonces se ha procedido a la interpretación gráfica de estos datos. En muchas ocasiones, esta interpretación proporciona más de una recta y en todos los casos se ha obtenido el valor de la pendiente de esta gráfica. Aceptada en principio como correcta, tal interpretación se procede a la obtención de los índices de regresión entre los valores correspondientes según la fragmentación que resulta de la gráfica. En cada caso el coeficiente de correlación nos proporciona una idea de la bondad del ajuste realizado, y por otra parte, como el coeficiente de regresión no es otra cosa que la tangente del ángulo o pendiente de la recta, se compara este valor deducido con el obtenido gráficamente. La concordancia de estos dos valores revela la bondad de la interpretación realizada.

No siempre se da el mismo número de ejemplares disponibles, ni siquiera la distribución de frecuencias ha podido ser homogénea siempre. En tal caso algunos valores han sido eliminados *a priori* cuando la comparación de los datos en las distintas gráficas de una misma especie, nos han indicado que representaban valores aberrantes cuya posible legitimidad no podía ser comprobada por el escaso número de ejemplares existentes. Cada una de las medidas se agrupa por frecuencias de talla total de diez en diez milímetros, facilitándose el cálculo aunque en algunos casos, como sucede, por ejemplo, en las tallas finales, la parvedad de individuos en cada frecuencia de clase puede desviar los resultados excesivamente.

Las dificultades que entraña el método en sí mismo para la recta interpretación de los diferentes períodos en el valor de k se comentan en el texto y, hasta donde es posible, se han procurado superar con lo dicho anteriormente, sin recurrir a especulaciones matemáticas.

JUSTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES UTILIZADAS

Cuando se trata de llevar a cabo un trabajo de investigación en que la parte estadística tiene especial importancia, la cuestión de la cantidad de ejemplares disponibles para el estudio es de especial interés. Aquí, por tanto, el primer justificativo de las especies escogidas ha sido la posi-

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

bilidad de encontrarlas en número suficiente y en forma adecuada, debido a que la mayoría de ellas son especies de valor comercial para la industria de la pesca.

Si lo que se acaba de indicar constituye el primer motivo, el argumento principal en pro de unas y no otras especies es de tipo más especulativo. Tal orientación en las especies seleccionadas para el estudio obedece a la teoría de una relación estrecha entre los factores que afectan la morfogénesis de las especies y las características generales del medio en que ellas se desarrollan.

Las especies marinas que, siguiendo estos dos criterios, se han escogido son las siguientes : *Sardina pilchardus*, *Scomber scombrus*, *Ammodystes cicerellus*, *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*, *Phycis blennioides*, *Merluccius merluccius*, *Merlangus putassou*, *Scylliorhinus canicula*, *Trachyrhynchus scabrus* y *Alepocephalus rostratus*.

Consideraciones más bien de investigación pesquera que puramente biológica, nos han llevado a la convicción de que las diferentes facetas que caracterizan el zócalo continental en su parte sumergida están muy estrechamente ligadas con ciertos caracteres de la biología de los peces y otros seres que en ellas habitan y que esta influencia se manifiesta de manera característica en el desarrollo de los mismos. A este fin una sección del zócalo continental se considera dividida en las siguientes franjas : en primer lugar consideramos la zona ocupada por las lagunas litorales, no siempre existente y de aguas de composición y características un tanto diferentes de las propiamente marinas ; la zona segunda está representada por la parte lindante con las playas, de fondo suave arenoso y poco profundo, de condiciones muy variables. Esta zona se halla ocupada por dos tipos de seres unos que viven constantemente en la misma, muchos de los cuales son de costumbres sedentarias, y otros que la ocupan tan sólo durante los períodos iniciales de su vida poslarvaria. La parte más amplia del perfil del zócalo corresponde a lo que se conoce como la plataforma continental ; es generalmente de fondo suave y de naturaleza fangosa. Su límite se sitúa en la mayoría de los casos entre los 200 y los 300 m de profundidad. A partir de aquí se inicia el talud continental que con ligeras excepciones es de gran pendiente y con el fondo constituido por fangos preponderantemente de origen terrígeno, como en las zonas anteriormente mencionadas. La parte más profunda de los mares se halla constituida por los llamados fondos abisales caracterizados por la suavidad de su superficie de naturaleza fangosa y por la pobreza en organismos vivientes. Teniendo en cuenta esta clasificación inicial de los fondos hemos escogido aquellas especies que en cada una de las distintas zonas podrían considerarse como más representativas de la misma, con el fin de encontrar las posibles variaciones de tipo morfológico correspondientes a los diferentes *habitats* ocupados.

Por distintas causas la zona de aguas salobres no está representada

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

en este estudio por especie alguna. *Mugil* es posiblemente la especie que con mayor propiedad representaría la adaptación al medio salobre característico de estas lagunas. En la zona costera se ha escogido una especie que evidentemente es típica de la misma, *Ammodytes cicerellus*, de costumbres un tanto curiosas; sin embargo, lamentamos no haber podido incluir los habitantes de costumbres sedentarias típicos de la misma como son las escorpenas, *Scorpaena*, y las arañas, *Trachinus draco*; indudablemente que su costumbre sedentaria ha de permitir que la amplitud, mayor o menor de espacio disponible influya en su desarrollo. Para representar la vida en la plataforma continental se han escogido dos especies muy próximas: *Mullus barbatus* y *M. surmuletus*, cuya vida se inicia como fase bentónica en los fondos cercanos a la costa. Las zonas lindantes con el talud y el talud mismo están representadas por tres gádidos: *Merluccius merluccius*, *Phycis blennioides* y *Merlangus putassou*. En los fondos abisales es difícil la recogida de peces, se han podido encontrar bastantes ejemplares de *Trachyrhynchus scabrus* y algunos pocos de *Alepocephalus rostratus*. Finalmente quedan aún aquellos peces corrientemente de vida pelágica entre los que hemos escogido *Sardina pilchardus* y *Scomber scombrus*, y los que viven entre aguas cerca del fondo como *Scyliorhinus canicula*.

JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS ESCOGIDAS

En realidad, para darnos idea de la forma, de sus variaciones y de los momentos críticos que se presentan en la vida de los seres, lo ideal sería situar como una malla que cubriera enteramente la superficie animal y entonces ir siguiendo la evolución y mutuas relaciones de los nudos de la misma. Sería fácil por este procedimiento no sólo seguir la evolución de la forma sino también hacer resaltar los gradientes de flujo morfogenético que se manifiestan indudablemente en los distintos puntos del cuerpo del animal. Sin embargo, este tipo de análisis resulta hasta el presente más teórico que factible en la práctica. Solamente JOLICOEUR y algunos otros han llevado a cabo intentos de mediciones utilizando las tres direcciones y luego tratando de integrar los resultados de longitud, anchura y altura. Sin embargo, a pesar de la complejidad de los cálculos utilizados por estos autores, estimamos que los resultados a que han llegado no son suficientemente satisfactorios.

En esta investigación de la forma en diferentes especies, hemos seguido el criterio, ya utilizado por diferentes investigadores, de utilizar unas cuantas medidas que se consideran más significativas. En algunos casos se ha añadido alguna medida supletoria que puede aportar más luz sobre el problema que se esta tratando. Las medidas son las siguientes:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Longitud total (L_t), se denomina así la distancia existente entre la punta del hocico estando el animal con la boca cerrada y la porción media de una línea imaginaria que une los extremos posteriores de los dos lóbulos caudales colocada la cola en posición normal. Las medidas se toman en todos los casos siguiendo una dirección paralela al eje antero-posterior del cuerpo y se expresan en milímetros. Esta medida es empleada por muchos autores aunque existen numerosas discrepancias acerca de su exactitud ; algunos prefieren tomar el radio interno más corto y otros el extremo más largo en posición natural o estirando los lóbulos caudales según la

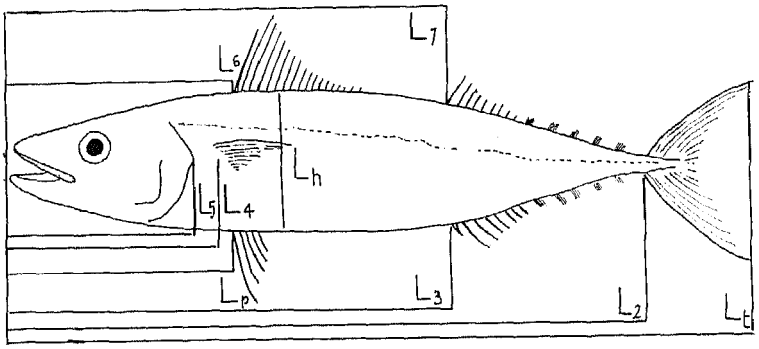

FIG. 1. — Posición de los diferentes puntos medios en el cuerpo de los peces examinados.

dirección del eje del cuerpo. Nos ha parecido como más natural la medida escogida por nosotros porque la segunda no es aplicable a los peces que propiamente no tienen la cola furcada y la tercera no obedece a ninguna realidad anatómica.

La segunda medida es la distancia desde el hocico hasta el pedúnculo caudal (L_2). Ofrece la particularidad de que en muchas especies es difícilmente perceptible el nacimiento de la cola. Esta medida nos señala con mayor precisión que la anterior el aumento en longitud del cuerpo del animal, ya que en realidad la aleta caudal es un apéndice del cuerpo.

La distancia preanal (L_3) toma como punto de referencia la base de la espina anal que es bien visible en todos los peces. Algunos autores anotan también la longitud de la aleta anal, pero aquí se ha prescindido de ello por cuanto sólo se pretende estudiar el movimiento de unos cuantos puntos prefijados. En realidad en bastantes especies la distancia preanal marca el final de la cavidad visceral que interesa desde muchos puntos de vista, especialmente fisiológicos.

Distancia pectoral (L_4), que indica las variaciones en la inserción de la aleta pectoral. Se mide desde el hocico hasta el centro de la base de inserción de dicha aleta. También se ha utilizado la longitud de esta

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

aleta y la posición de la punta de la misma especialmente en los peces de la familia Escómbridos. Una dificultad representa la dudosa situación del punto central de la base de la aleta, ya que la naturaleza articular de la misma lo dificulta grandemente.

Las variaciones en el tamaño de la cabeza se miden tomando la longitud cefálica (L_5), utilizando como punto de referencia el extremo posterior del hueso opercular. En general y hecha excepción de algunos ejemplares muy jóvenes, es fácilmente mensurable. Es una de las medidas más utilizadas y además muestra gran variabilidad.

La distancia predorsal se refiere a la que media desde la punta del hocico hasta el inicio o la base del primer radio de la primera dorsal (L_6) o de la segunda (L_7) y aun de la tercera (L_8), especialmente en algunos gádidos. La única dificultad que presenta esta medida consiste en saber colocar adecuadamente el primer radio de la aleta; en otro caso sufre apreciable variación el valor de la medida. Aquí se han tomado las medidas estando el radio en posición de funcionamiento.

Finalmente se ha tomado la anchura máxima en los ejemplares considerados. Esta medida, según como se considere, tiene especial interés porque nos va señalando la evolución de algunos órganos importantes, como las gonadas; pero por lo que se refiere al desarrollo de la forma, está excesivamente influenciada por factores extraños al mismo.

Estas medidas, a parte de su fácil medición y el hecho de haber sido utilizadas por otros autores, se hallan situadas en puntos importantes del organismo y además se han mostrado útiles en estudios anteriores de esta misma clase, como indicadoras de la variabilidad de los organismos.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

AMMODYTES CICERELLUS

Los lanzones *(Ammodytes cicerellus)* son peces de cuerpo alargado que se encuentran, formando bandadas numerosas constituidas por bastantes individuos, en las proximidades de las playas bajas y en fondos arenosos. Tienen la costumbre de enterrarse en la arena utilizando para ello la cabeza a modo de perforadora. Por este procedimiento logran evitar ser capturados por el enemigo. En realidad la maniobra consiste en un auténtico picado que da como resultado que el animal quede clavado en el suelo. El resto de la penetración del cuerpo del pez en la arena se consigue mediante rápidas ondulaciones del mismo, que recuerdan mucho las de la anguila. Para facilitar todas estas operaciones el animal no sólo es cilindroide y muy alargado, sino que, además, presenta la cabeza bastante puntiaguda, con la mandíbula inferior sobresaliente actuando a modo de punta de un punzón. Estas características son importantes en la consideración de las medidas que estudiamos y de su variación, especialmente por lo que se refiere a la cabeza.

Las medidas que se consideran sobre el cuerpo de los lanzones se pueden reunir en tres grupos distintos : en primer lugar la distancia preanal que se muestra invariable, si bien la carencia de datos de los estadios juveniles no nos permite asegurar si en tales momentos la curva de desarrollo alométrico se presentaría siguiendo la misma tónica que se muestra hasta el final de la vida. Evidentemente si se compara con la distancia de la primera dorsal ya que ambas se sitúan en la parte central del cuerpo se observa que la inflexión en la curva se produce a niveles inferiores a los que nos permiten examinar los datos que poseemos para la distancia preanal. Sin embargo, hay que señalar que mientras la medida que estamos considerando se muestra prácticamente isométrica en su desarrollo respecto a la longitud total del cuerpo, la distancia predorsal muestra alometría manifiestamente negativa en esta segunda fase de la vida del ser. Si nos fijamos en los valores que se obtienen para la totalidad de la relación alométrica en L_6 respecto a L_3, se observa una mayor concordancia si bien en la primera medida se nota una tendencia a la alometría negativa y en la segunda a la positiva —índices alométricos de 0,923 y 1,061 respectivamente.

En el segundo grupo de medidas se incluyen las que muestran marcada tendencia a retrasarse —alometría negativa— respecto del crecimiento general. Consideremos en primer lugar el crecimiento relativo de la cabeza. La gráfica que se obtiene muestra dos discontinuidades muy notables. En primer lugar se presenta un salto considerable al nivel de los 60-70 mm de longitud total. Anteriormente a este momento de la vida de los lanzones el crecimiento de la cabeza se muestra más bien lento, dando como resultado que la cabeza sea algo rechoncha. El índice alométrico $k = 0{,}512$ es clara muestra de lo que indica la gráfica. A partir de los 70 mm este índice cambia radicalmente alcanzando valores de 0,954, con lo que, si bien continúa existiendo una relación alométrica negativa, ésta es mucho menos manifiesta que en la fase anterior. A partir de los 100 mm de longitud total se presenta otro cambio en el índice alométrico que disminuye de nuevo para situarse a 0,684. Resumiendo : la cabeza presenta constantemente un crecimiento negativo aunque entre los 60 y los 100 mm muestra su máxima capacidad de desarrollo. Es preciso considerar la naturaleza de estos cambios tratando de darles alguna significación biológica. Sin embargo, primeramente se impone una consideración, siquiera sea elemental, de orden estadístico. A este respecto el número de ejemplares estudiados se considera suficiente, pues es del orden del millar, oscilando en las distintas medidas simplemente por la imposibilidad de medirlas en algún que otro ejemplar, cosa siempre posible. Por otra parte se han obtenido los índices de correlación en cada una de las fases estudiadas y encontramos valores de 1 y muy próximos a la unidad entre 0,990 y 0,998. Estos valores pueden considerarse unitarios habida cuenta del margen de error inherente a las medidas y a la supre-

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

sión de decimales cuando éstos se consideran excesivos —generalmente se han tomado entre tres y cinco. Lo que más llama la atención es el salto brusco que da la gráfica en el primer cambio, mientras la cabeza tiene una longitud de 10,1 mm para talla de 60 mm cuando ésta pasa a ser

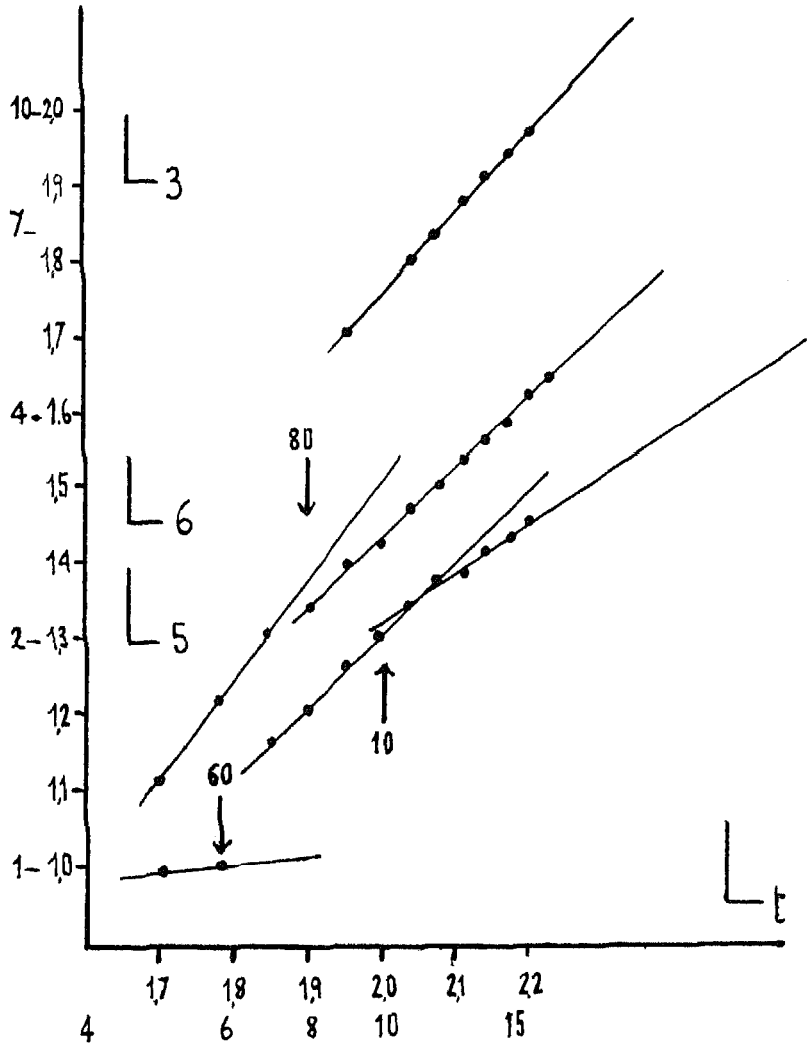

FIG. 2. — Relación entre la longitud total, L_t, y la longitud cefálica, L_s; distancia a la primera dorsal, L_6, y distancia preanal, L_3, en *Ammodytes cicerellus* (1).

(1) En todas las gráficas, los valores situados junto a los ejes coordenados representan los logaritmos de las diferentes medidas que han sido tomadas, en milímetros. Los números adyacentes son los valores, en centímetros, de las medidas examinadas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

de 70 la cabeza llega a medir hasta 14,6 mm. A fin de descubrir posibles errores en la distribución de datos que dieran lugar a la aparición de este salto tan brusco se ha examinado la correlación existente entre los datos utilizándolos individualmente y no en forma agrupada por clases de frecuencia como hemos venido haciéndolo normalmente. El resultado se muestra idéntico en ambos casos, por lo que estimamos que la discontinuidad que se manifiesta debe estimarse estadísticamente como real y no imputable al muestreo. Es por tanto necesario tratar de encontrar una explicación en el orden biológico, que nos sirva de explicación a este cambio tan notable. La costumbre ya señalada para los *Ammodytes* de clavarse en la arena utilizando para ello la cabeza a modo de punzón, seguramente explica el por qué de este cambio en el tipo de crecimiento de la cabeza. La posibilidad de profundizar en la arena se conseguirá tanto más fácilmente cuanto más alargada y puntiaguda sea la cabeza. Este detalle se presenta igualmente en otras especies que presentan idénticas particularidades en su modo de vivir. Así, por ejemplo, *Ophysurus serpens* presenta la cabeza también alargada y tiene las mismas costumbres barrenadoras que los *Ammodytes*. Las mismas anguilas tienen costumbres y detalles anatómicos parecidos a la especie que se examina. Los estados poslarvarios de *Ammodytes tobianus*, *A. lanceolatus* y alguna otra especie del mismo género fueron estudiados por CORBIN y VATI en el mar Céltico, incluyendo ejemplares de hasta 26 mm que viven aún en fase pelágica. Las fotografías aportadas por estos autores nos muestran la cabeza aguzada en *A. lanceolatus*, especialmente en los ejemplares más desarrollados, pero las demás especies la tienen algo más redondeada o, por decirlo con más precisión, menos aguzada, este cambio es especialmente notable en *Gymnamodistes semisquamatus*. El cambio de *habitat* de la vida pelágica a la bentónica, si bien son animales que gustan de nadar entre aguas cuando no están enterrados, juntamente con la adquisición de la costumbre de clavarse en la arena explica que la cabeza bruscamente se alargue, al menos durante un período de la vida de estos peces. Por otra parte, de acuerdo con casos parecidos en otras especies, parece que los cambios de *habitat* se manifiestan de forma más acusada que los que obedecen estrictamente a ritmos fisiológicos internos, como por ejemplo el ciclo sexual. A este ciclo parece que debe imputarse el cambio que en el crecimiento de la cabeza y en otras medidas que estudiaremos, se manifiesta entre los 80 y 100 mm de talla total. Este cambio es suave y al contrario del anterior resulta difícil situar adecuadamente en la gráfica lo que en realidad es una evolución, pero que nuestras necesidades en orden a la expresión gráfico-matemática han de plasmar de alguna manera. Ante la importancia de este cambio en el ritmo del desarrollo se han comparado las pendientes de ambas líneas de regresión y mientras en la primera parte de la curva es de 28° 30′ valor que se aproxima bastante al que se obtiene considerando que el coeficiente k es precisamente la

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

tangente de este ángulo, 0,512 corresponde a un ángulo de 27° 6', y en la segunda línea de regresión el ángulo es de 43° 40'. La diferencia es de 16° 30', que nos indica claramente que el cambio es de una intensidad considerable. Ello implica seguramente que una parte de la actividad orgánica se centre al menos de momento en el crecimiento de la cabeza. Por

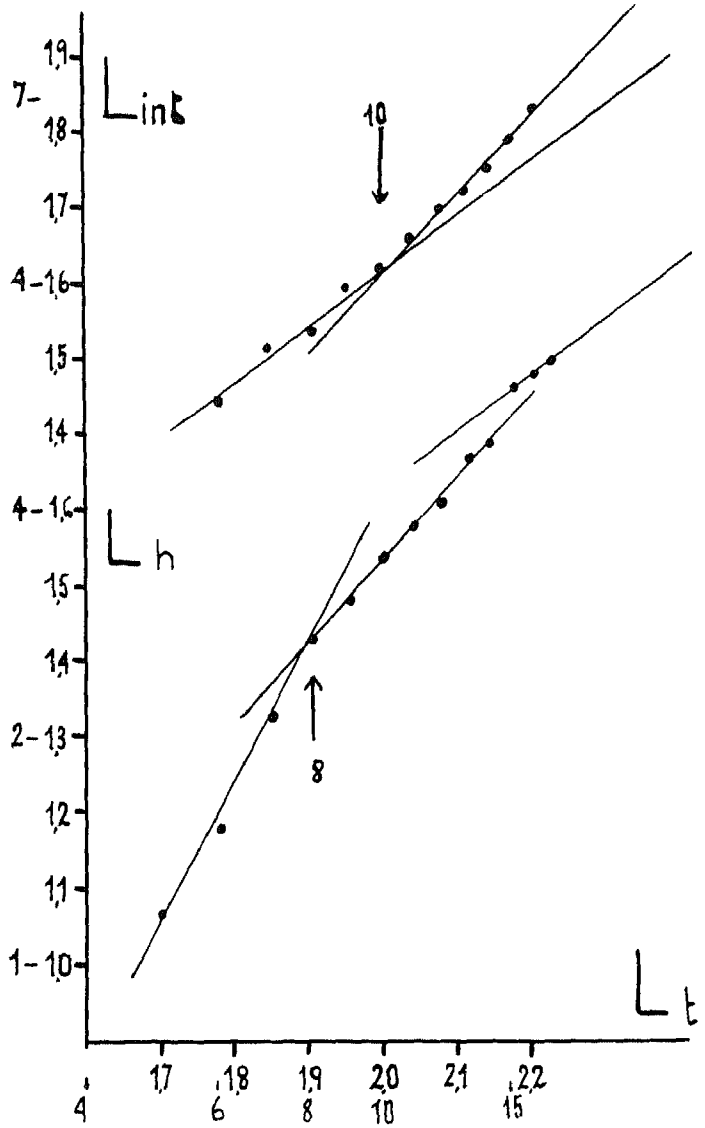

FIG. 3. — Relación entre la longitud total, L_t, y la anchura, L_h, y la longitud del intestino, L_{int}, en *Ammodytes cicerellus*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

otra parte el que la gráfica se sitúe de repente a un nivel superior se deja sentir en todo el resto de la vida del ser influyendo, por tanto, en su morfología. Relacionando esta medida con la anterior tenemos una idea de cómo evoluciona la cavidad celomática que debe considerarse en esta especie como delimitada por la parte posterior de la cabeza en su parte anterior y terminada a nivel del ano que es donde se implanta la espina anal. Esta cavidad tiende a agrandarse aunque con mucha lentitud al principio, por la escasa diferencia que existe entre esos índices cefálico y preanal —0,964 y 1,061—, pero a partir de los 100 mm de talla total la diferencia se hace notablemente más grande porque el índice cefálico disminuye —0,684—. Esta diferencia, como veremos más adelante al considerar la evolución y desarrollo del tubo digestivo, tiene realmente un significado.

La distancia predorsal experimenta un cambio al llegar a los 80 mm de longitud total lo mismo que sucede a la anchura. El coeficiente de regresión k pasa de 1,132 a 0,885. De esto se deduce que la relación entre esta medida y el crecimiento general es negativa tendiendo, por tanto, la primera dorsal a aproximarse a la región cefálica. Los coeficientes de correlación son en todos los casos muy próximos a la unidad. En la primera etapa es 1, en la segunda 0,979 y considerando el conjunto como un ente hemogéneo también tenemos un valor de 1. Las diferencias son por tanto, en realidad, muy pequeñas e indican que fácilmente podría apreciarse que el conjunto de los datos se rigen por una misma ley de crecimiento. Razones más bien biológicas que estadísticas nos inducen a admitir, a pesar de lo dicho, que realmente existe esta variación antes señalada.

La anchura, a pesar de que como se indica en la introducción, es medida susceptible de amplias variaciones producidas por circunstancias ajenas a la fisiología del animal, no obstante con la debida cautela puede servir para descubrir cambios ligados con la fisiología. Hasta los 80 mm conserva la concordancia de este punto con otras medidas, el animal aumenta de anchura de una manera notable como se demuestra por el índice de regresión $k = 1{,}813$. Esta medida parece correcta a pesar de ser elevado el coeficiente, porque se presentan cambios de este tipo en la mayoría de los peces y en segundo lugar porque comparando con el índice de correlación como se ha hecho antes vemos que éste es perfectamente normal e igual a 0,997. A partir de los 80 mm de longitud total disminuye la tendencia al engorde y el animal se vuelve más afilado. El índice de regresión es de 1,146. Independientemente si se observa la gráfica en esta segunda parte que estamos comentando veremos que en realidad se presentan como saltos, o en otras palabras, como zigzagueando. Si tomamos las inclinaciones de esta segunda zona en las segundas partes de cada zigzagueo veremos que el ángulo es más bajo que en el total, oscilando cerca de los 38°, con lo que la zona general se descompone en tramos de

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

gran velocidad de engorde y tramos de progresivo adelgazamiento. No cabe la menor duda que estas variaciones están ligadas y quedan perfectamente explicadas por los ciclos de maduración sexual en los períodos consecutivos, pues ello veremos se repite en casi todas las especies.

En esta especie, cosa que no ha podido realizarse en todas, hemos podido tomar datos de la longitud del tubo digestivo para así poder seguir la marcha evolutiva del mismo. La expresión gráfica que luego se corrobora obteniendo los correspondientes índices de regresión y correlación, muestra que en el intestino existe un cambio de ritmo alrededor de los 100 mm de longitud total. Sin embargo, a diferencia de lo que sucede con las medidas que hemos considerado integrantes del segundo grupo aquí, en la longitud del intestino, el cambio se produce en el sentido contrario a lo anteriormente señalado, o sea se tiende progresivamente a un mayor aumento de la longitud del tubo digestivo. Si bien constantemente el intestino presenta una alometría negativa, en el primer período es más acentuadamente negativa, $k = 0{,}771$ que en el segundo, $k = 0{,}968$. Obsérvese que se ha señalado un cambio en el crecimiento relativo de la cabeza al mismo nivel que señalamos el del tubo digestivo, si bien aquél se efectúa en sentido inverso, o sea, dado que la distancia preanal no varía, conduciendo a un incremento de la cavidad general del cuerpo en la que precisamente se sitúa el tubo digestivo. Si se comparan los valores angulares o de las pendientes en ambos casos se verá que es muy parecido el resultado obtenido; en la cabeza se pasa de 44° a 33° 30′ y en el intestino de 36° 30′ a 46° 15′, con diferencias que en ambos casos son casi iguales, alrededor de los 10°, pero de signo contrario.

No carece de interés hacer alguna consideración referente a estos cambios en el crecimiento del tubo digestivo en su porción puramente intestinal. El estudio del crecimiento general es de difícil interpretación, cosa que ya se ha comentado en la introducción. Posiblemente haya sido von BERTALANFFY quien haya dado con la expresión que mejor cuadra con la raíz fisiológica del crecimiento. En efecto, dicho autor lo considera como el resultado de la integración de procesos catabólicos y anabólicos. Los procesos de síntesis vendrían representados por la superficie del animal que es capaz de absorber productos alimenticios, superficie que a no dudarlo debe identificarse con la del intestino. Esta superficie a tenor de una mayor facilidad de medida puede expresarse por la longitud del tubo intestinal habida cuenta que el diámetro es sensiblemente constante. Los procesos destructivos a través de los cuales se obtiene la energía vienen reflejados en la formulación de este autor por la masa o peso del animal. Aquí nos interesa únicamente constatar que la variación en el tipo de crecimiento del intestino puede tener su influencia en el desarrollo general y que mientras las demás medidas tienden a retrasarse respecto del aumento de talla total el intestino experimenta un proceso inverso. Como resultado del aumento de superficie de absorción debe aumentar el

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

crecimiento general o al menos la posibilidad de que esto suceda. Sin embargo, en la distribución de la energía se hace patente una tendencia a invertir menos energía en el desarrollo de partes orgánicas y esto se compagina mal con este posible aumento de actividad que parece indicar el aumento cada vez más notable del tubo digestivo. Con toda seguridad este aumento vital queda totalmente absorbido por la evolución sexual. Esta misma evolución sexual seguramente se excita por la baja capacidad que en el desarrollo general nos manifiesta la primera parte del desarrollo alométrico del tubo digestivo, según la hipótesis formulada por HEUTS, que considera que los caracteres ligados a la pervivencia de la especie podrían considerarse como caracteres neoténicos, los cuales se exacerban en su desarrollo cuando el crecimiento general se inicia con un ritmo relativamente bajo. La situación de la mayoría de los cambios entre los 80 y los 100 mm de talla está de acuerdo con el momento en que aparece la diferenciación sexual que se sitúa en los 100 mm aproximadamente. Por tanto, los cambios ambientales se manifiestan, no sólo con un diferente valor del índice de regresión, sino con un salto en la gráfica. Los cambios que obedecen a ritmos fisiológicos permanentes como la maduración sexual son, por el contrario, más suaves y menos acusados, como inflexión en la tónica del desarrollo y finalmente aquellos cambios que se manifiestan periódicamente parecen constituir como oscilaciones tan acusadas como los propios cambios ambientales y es que en realidad la ma-

TABLA I

Resumen de los coeficientes y valores obtenidos para los diferentes períodos del crecimiento relativo de *Ammodytes cicerellus*.

MEDIDA CONSIDERADA	TALLA TOTAL, L_t en mm	ÍNDICE DE REGRESIÓN k	ÍNDICE DE CORRELACIÓN p	ÁNGULO OBSERVADO	ÁNGULO DEDUCIDO DE k	NÚMERO DE EJEMPLARES
L_3	90-160	1,061	1,—	47°	46° 42′	169
L_5	50-60	0,512	1,—	28° 30′	26° 7′	16
	70-100	0,951	0,998	44°	43° 40′	229
	100-160	0,684	0,990	35°	34° 24′	958
L_6	50-70	1,132	1,—	47°	48° 33′	17
	70-170	0,885	0,979	43°	41° 30′	959
L_8	50-80	1,813	0,997	62°		44
	80-170	1,146	0,995	47° 30′	48° 6′	1009
	150-170	0,785	1,—	36° 30′	38° 10′	78
L_4	60-100	0,771	1,—	36° 30′	37° 36′	75
	100-160	0,968	0,996	46° 15′	44° 6′	280

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

yoría de las especies experimentan un cambio en este sentido paralelo al que experimentan en su organismo.

En estos animales a lo largo del desarrollo se presenta un gradiente de crecimiento negativo que, iniciándose en la parte central inferior del cuerpo, abarca la parte dorsal y tiene su máxima expresión en la región cefálica.

MULLUS BARBATUS Y MULLUS SURMULETUS

Entre las especies que ofrecen mayor interés para esta clase de investigaciones, indudablemente los dos salmonetes ocupan un primer lugar. Por una parte existe el problema, a semejanza de lo que ocurre con las demás especies, de comparar su comportamiento en el Mediterráneo con el que se observa en el Atlántico y en segundo lugar es también de interés contribuir a esclarecer la verdadera amplitud y significación de las relaciones existentes entre *Mullus barbatus* y *Mullus surmuletus*.

Ambas especies se encuentran en el Mediterráneo mientras en el Atlántico es más frecuente la segunda. En nuestras pesquerías la abundancia relativa de las mismas depende de la naturaleza del fondo; así, en las zonas de fondo suave, como por ejemplo en Castellón, con una amplia plataforma costera, se encuentra preferentemente *Mullus barbatus*, mientras en la Costa Brava, en donde los fondos ásperos son más abundantes, existen prácticamente en igual proporción *Mullus barbatus* y *Mullus surmuletus*.

En general, el desarrollo relativo de las diferentes partes de *Mullus barbatus* estudiadas se caracteriza por su regularidad. En la mayoría de ellas no es posible distinguir, con un mínimo de certeza, interrupción o salto alguno. Alrededor de unos doscientos son los ejemplares estudiados en Blanes.

La distancia entre el hocico y el pedúnculo caudal, L_2, presenta un coeficiente de regresión igual a 0,949 con un coeficiente de correlación *prácticamente igual a la unidad, 0,993. La pendiente de la recta es tam*bién prácticamente igual, tanto si se calcula como si se deduce de k. La ligera alometría negativa que muestra esta parte del animal indica, por el contrario, la tendencia ligeramente positiva que muestra el apéndice caudal a lo largo de la vida.

A título sólo puramente informativo se indica que la implantación de las aletas pélvicas muestra, como en la medida anterior, ligera alometría negativa aunque más acentuada que la anterior; el valor de k es igual a 0,915.

La implantación de las aletas escapulares se presenta al igual que las dos medidas anteriormente reseñadas con una gran uniformidad, pero con

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

la característica de que la relación alométrica es ya francamente negativa, con un coeficiente de regresión igual a 0,896. El coeficiente de correlación es igual a 0,997 y la pendiente de la gráfica, observada y deducida de k, es prácticamente la misma, según se observa en la tabla correspondiente.

La cabeza, que en todas las especies estudiadas presenta la máxima capacidad de diferenciación y de variabilidad, se muestra también prácticamente regular en su crecimiento relativo. El crecimiento es algo más

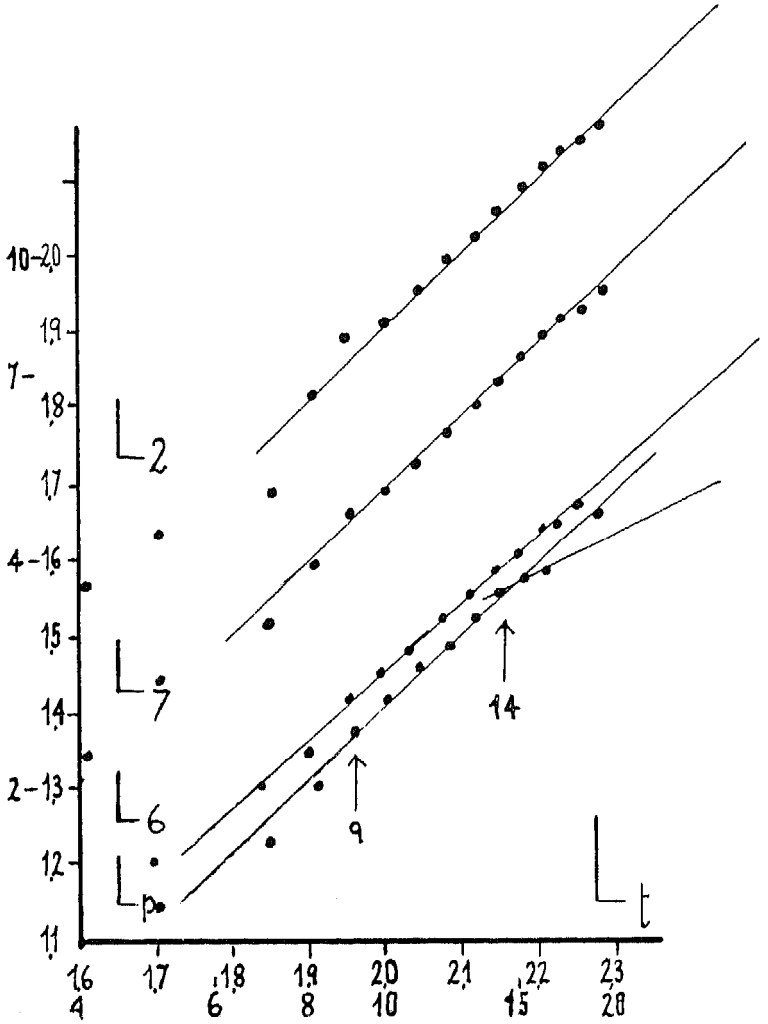

FIG. 4. — Relación entre la longitud total, L_t, y la longitud zoológica, L_z; distancia a la segunda aleta dorsal, L_7, y a la base de las pectorales, L_p, en *Mullus barbatus*. Ejemplares procedentes de Blanes (Costa Brava, España).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

intenso que en el caso anterior si bien se mantiene dentro de la tónica de deficiencia en el desarrollo; de esta manera la cabeza de forma regular tiende a hacerse cada vez más pequeña respecto al tamaño del cuerpo. Como quiera que la relación alométrica entre la cabeza y el cuerpo es de 0,930 y por tanto algo superior a la que nos muestra la implantación de las aletas torácicas, esto quiere decir que el final del opérculo y la base de dichas aletas cada vez se encontrarán más cercanas entre sí. ANANIADIS encuentra en el desarrollo de la cabeza una variación en los 7,5-9 cm de talla total que nosotros no hemos podido comprobar por la insuficiente cantidad de ejemplares examinados en estas tallas. Los valores señalados por este autor para los períodos por él mismo indicados son 0,97 y 0,83. El valor señalado por nosotros se encuentra en posición intermedia aunque más bien se refiere totalmente al segundo de los períodos indicados por ANANIADIS para *Mullus barbatus*, del mar Egeo. Resulta, por tanto, de la comparación de los datos señalados para el Mediterráneo oriental y para nuestras costas, que existe una tendencia a tener la cabeza relativamente mayor en el salmonete de fango de nuestras costas. Por otra parte, los pocos ejemplares que se encuentran en nuestras muestras correspondientes a valores inferiores a 9 cm de talla total, no parecen coincidir con lo señalado por el autor griego, pues más bien tienen un crecimiento relativo de la cabeza todavía menos acentuado que el que presentan durante el resto de su existencia.

Por lo que hace referencia a L_6, distancia predorsal, se da la uniformidad característica señalada para las otras medidas, pero la constante k vuelve a ser inferior y con ello se indica que la relación alométrica disminuye y la posición de la aleta dorsal tiende a acercarse a la cabeza. ANANIADIS señala para esta parte del cuerpo una discontinuidad como la indicada por la cabeza con una tendencia a aumentar progresivamente. Pasa de 0,83 a 0,96, verificándose el salto a los 8 cm aproximadamente de talla total. A pesar de que son válidas las mismas razones expuestas para el crecimiento de la cabeza, aquí hay que señalar que los pocos ejemplares existentes de las tallas inferiores se agrupan perfectamente en la misma relación que se indica para los pertenecientes a las tallas más elevadas. Por otra parte, el crecimiento relativo en las tallas concordantes con nosotros, se muestra bastante más elevado en los ejemplares del mar Egeo que en los de nuestras costas. En nuestras latitudes el índice de relación alométrica k, es igual a 0,877, con un coeficiente de correlación de valor unidad. Gráficamente es muy difícil de distinguir en las figuras de ANANIADIS, discontinuidad alguna en los valores representados.

En estas especies se indica también la variación en el crecimiento de la distancia entre el hocico y la base de la segunda dorsal, L_7. El índice de desarrollo encontrado por nosotros es algo más elevado que el encontrado para L_6, pero muy parecido al señalado para la longitud del cuerpo, L_2. Su valor es igual a 0,929. Esta medida también se muestra muy

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

regular, no cabiendo señalar en los ejemplares estudiados por nosotros discontinuidad alguna aparente. En los ejemplares estudiados por ANANIADES se encuentra una discontinuidad muy notable a nivel de los 8 cm de talla total. Se trata de un salto en la gráfica, porque los valores de k

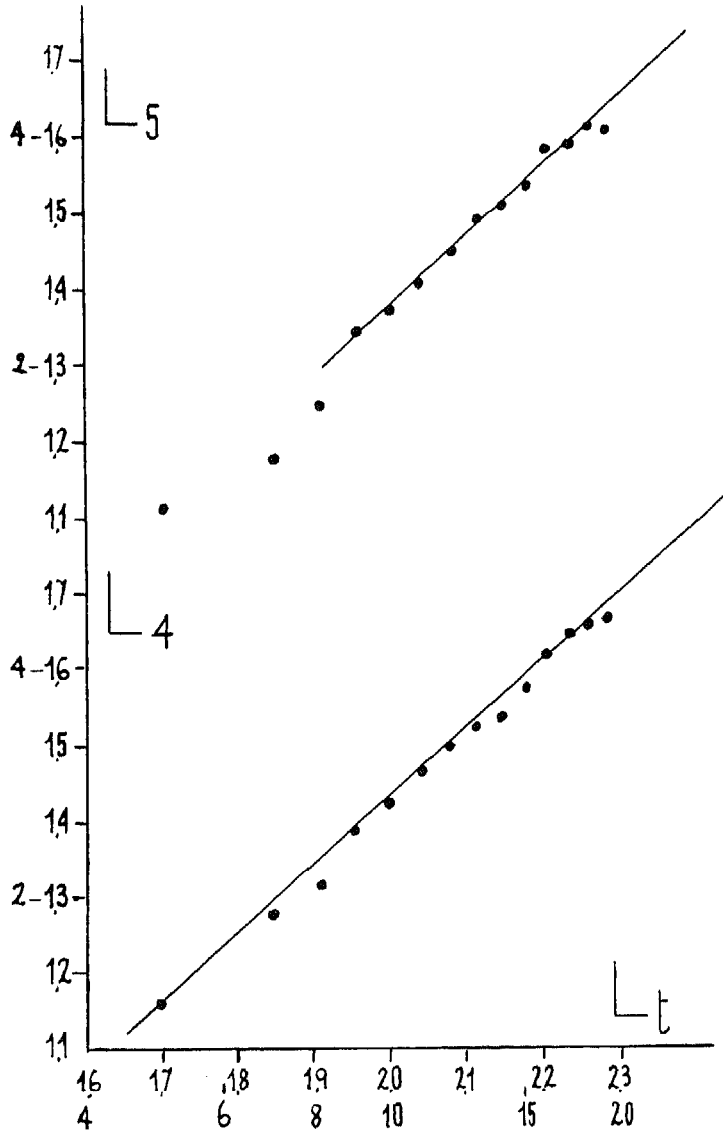

FIG. 5. — Relación entre la longitud total, L_t, y la longitud cefálica, L_5, y la distancia a la base de las pectorales, L_4, en *Mullus barbatus*. Ejemplares procedentes de Blanes (Costa Brava, España).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

permanecen los mismos en los dos tramos, aunque sensiblemente superiores a los encontrados por nosotros. El valor señalado por los ejemplares del mar Egeo es de 1,05, por tanto muestran una ligera tendencia a la alometría positiva, cosa que en modo alguno hemos podido encontrar nosotros. Es interesante señalar que en las dos medidas últimamente reseñadas los valores para el mar Egeo son bastante superiores a los encontrados para la zona de la Costa Brava (Cataluña), mientras cuando se manifiesta un cambio, como ocurre en la cabeza, es más violento que lo que parece indicar la gráfica encontrada por nosotros. Por otra parte, este mayor crecimiento relativo de la parte posterior, en los ejemplares del Egeo, viene contrarrestada por un menor desarrollo de la cabeza en dicha zona del Mediterráneo. Observando la gráfica correspondiente al desarrollo de la segunda aleta dorsal respecto al hocico se observa en ANANIADIS un salto, disminuyendo la altura de la gráfica, o sea el valor de la constante no exponencial en la fórmula alométrica. Esto es sumamente curioso y además raro porque en general nos ocurre sólo en *Mullus surmuletus*.

La anchura máxima muestra en estos animales una tendencia a disminuir, o sea que ellos tienden a la esbeltez de forma progresiva a lo largo de su vida. Señalamos para esta especie una discontinuidad alrededor de los 11-12 cm de talla total que se corresponde con otra señalada por el autor heleno y que según dicho investigador correspondería a la influencia de la primera maduración sexual. Dicho autor señala otra variación que se corresponde con las señaladas por el mismo para las otras medidas. Esta última no ha podido ser percibida por nosotros. Comparando los diferentes valores de k en los dos mares se ve, mientras en el Egeo, los valores de las dos últimas fases son inferiores a la unidad, implicando, por tanto, una alometría francamente negativa : 1,24 para la primera y 0,79 y 0,98 para las dos últimas, en nuestro examen encontramos valores sensiblemente positivos aunque con tendencia a disminuir : 1,207 y 1,173. Esto significaría que los salmonetes de fango de nuestras costas son algo más gruesos que en el otro extremo del Mediterráneo.

De la misma especie *Mullus barbatus* se ha examinado un lote de 139 ejemplares porcedentes de una zona más suave que la que corresponde a la Costa Brava, de naturaleza más áspera y menos amplia que la primera. Dichos ejemplares proceden de las pescas que se efectúan en aguas de Barcelona. En principio es posible señalar que no existe apenas diferencia entre los valores hallados en la Costa Brava y los encontrados en Barcelona. Solamente la cabeza muestra alguna variación realmente digna de comentario. En L_2 el valor de k es prácticamente el mismo, pero los valores hallados para dicha medida son sensiblemente superiores en Barcelona. La distancia preanal estudiada en los ejemplares de Barcelona se caracteriza por un coeficiente de regresión igual a 0,928, negativo aunque de desarrollo uniforme a lo largo de la vida. Por el contrario, por lo que se refiere a la implantación de la aleta escapular, los valores halla-

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

dos en Blanes, Costa Brava, son superiores a los indicados en Barcelona, aunque el coeficiente de regresión sea prácticamente el mismo en ambas localidades. Lo mismo que se acaba de indicar para la implantación de las aletas torácicas cabe señalar para la cabeza, pero aquí se manifiesta una clara diferencia entre los valores del coeficiente de regresión encontrado en Blanes y el señalado en Barcelona que por otra parte se parece mucho al indicado por ANANIADIS para el segundo período de los señalados por este autor en el Egeo. El valor de k señalado por nosotros en la Costa Brava es de 0,930 y el encontrado por nosotros en Barcelona es de 0,837 —en ANANIADIS 0,83—. Acaso las diferencias en la estructura de las plataformas costeras respectivas donde viven estos peces expliquen el significado de las diferencias encontradas, reseñadas precisamente en la cabeza, que como se indica en las otras especies, es la parte del cuerpo en que se manifiestan con mayor sensibilidad los cambios acaecidos. En la distancia predorsal los valores hallados son parecidos en ambas localidades y no existe clara preponderancia por ninguna de las dos procedencias. El valor de k es sensiblemente superior en la Costa Brava : 0,877 y 0,843.

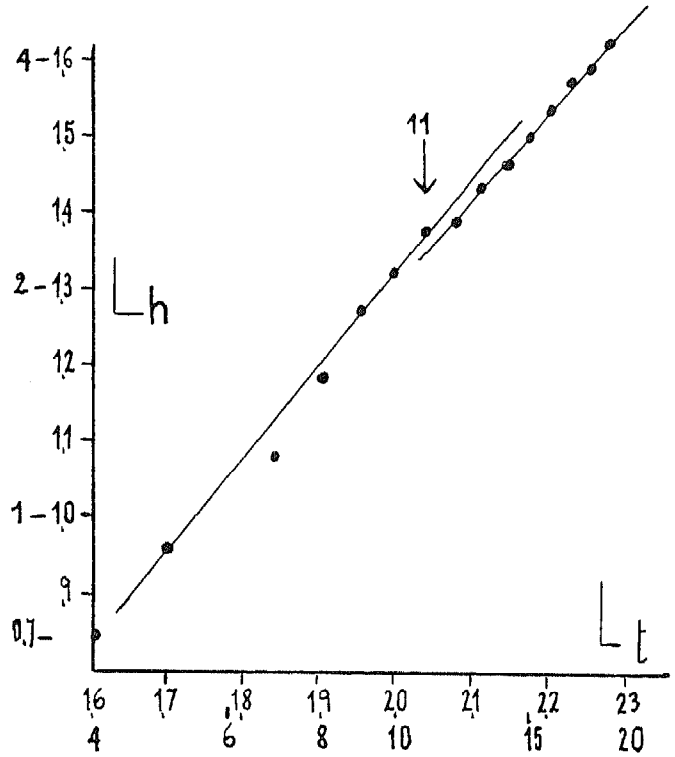

FIG. 6. — Relación entre la longitud total, L_t, y la anchura, L_h, en *Mullus barbatus*. Ejemplares procedentes de Blanes (Costa Brava, España).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

La anchura máxima presenta en casi todas las especies alguna discontinuidad. Sin embargo, en los ejemplares estudiados por nosotros en Barcelona procedentes de una única pesca no es posible apreciar tal variación. Por el contrario, el desarrollo en amplitud se muestra homogéneo y con un valor global por lo que hace referencia al valor de k igual a 1,102 inferior al hallado por nosotros en la Costa Brava. Los valores absolutos son sensiblemente más altos en Barcelona al contrario de otras medidas situadas en la parte anterior del cuerpo. Solamente en las tallas inferiores es superior la anchura de los ejemplares de la Costa Brava.

El gradiente de desarrollo relativo tiende a disminuir en sentido posteroanterior y solamente en la cabeza y por lo que atañe a los ejemplares de la Costa Brava se nota una ligera tendencia a la recuperación. BOUGIS encuentra que el desarrollo en longitud de las aletas pectorales experimenta un salto rápido alrededor de los 9 cm de talla total, salto que coincide con las variaciones señaladas por ANANIADIS. El valor del crecimiento alométrico para el crecimiento de las aletas pectorales es igual a 0,93 y, por tanto, superior al que se registra en cualquiera de las partes del cuerpo que se sitúan en las cercanías de las aletas torácicas, por lo que hace referencia a los ejemplares procedentes de Barcelona, pero más parecido a los que proceden de Blanes (Costa Brava).

La especie característica de los fondos ásperos es *Mullus surmuletus*, considerada por algunos como una simple forma de la especie típica *Mullus barbatus*. Los ejemplares estudiados por nosotros proceden de la Costa Brava, donde por la especial naturaleza de los fondos, con gran abundancia de rocas y escollos y zonas ásperas, encuentran más adecuado medio de vida. La relación entre las dos especies es en dicha zona aproximadamente del 50 %, mientras que en Castellón y en Barcelona, con amplias y más suaves plataformas, la proporción es escasísima, del orden del 5 al 10 %.

A la vista de las gráficas que relacionan el desarrollo de las diferentes partes estudiadas con la longitud total, se observa una clara diferencia con *Mullus barbatus*, al menos por lo que se refiere a los que proceden de nuestras costas. Así como en estos últimos la tónica era la uniformidad, en los que ahora vamos a examinar lo más característico es precisamente la existencia de los cambios en el crecimiento relativo. ANANIADIS señala, a propósito del salmonete de roca, la existencia de dos variaciones en el crecimiento relativo; la primera de las cuales tendría lugar alrededor de los 8 cm de talla total y sería debida al cambio de ambiente y la segunda alrededor de los 25 cm y sería más bien causada por la influencia del desarrollo sexual. Esta última variación no ha podido ser comprobada por nosotros por no haber entre los ejemplares examinados ninguno de tales tallas.

El desarrollo de la longitud del cuerpo, L_2, varía al llegar a los 7 cm de talla total. Hasta este momento el crecimiento relativo es muy pequeño

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

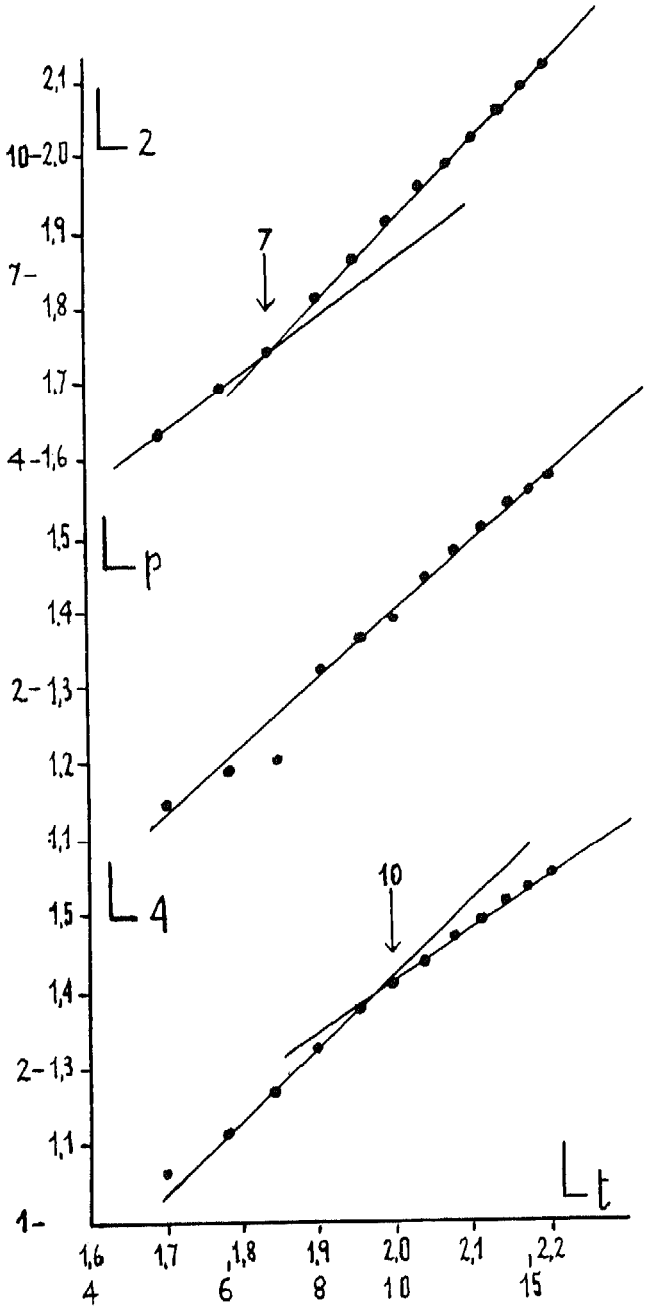

FIG. 7. — Relación entre la longitud total, L_t, la longitud zoológica, L_2, la distancia a la base de las pelvianas, L_p, y la distancia a la base de las pectorales, L_4, en *Mullus surmuletus*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

con una alometría negativa muy marcada, igual a 0,830. A partir de esta talla el crecimiento relativo aumenta considerablemente, hasta llegar a ser casi isométrico, acaso con ligera tendencia a la alometría positiva; $k = 1{,}009$. La variación coincide con el momento en que estos animales parecen abandonar la fase costera en la que conviven con los ejemplares de la especie *Mullus barbatus* y pasan a vivir en los fondos ásperos que les son habituales.

Las aletas pélvicas muestran, en el punto donde se implantan, un crecimiento relativo de signo totalmente negativo igual a 0,887. Esta medida, a diferencia de las restantes que se examinan en esta especie, se caracteriza por la uniformidad que muestra en su ciclo biológico. La base de las aletas pélvicas tiende a acercarse paulatinamente a la cabeza a lo largo del ciclo vital. Este tipo de crecimiento relativo es sólo ligeramente inferior al señalado para la misma parte del cuerpo en *Mullus barbatus* de la Costa Brava.

Las aletas torácicas se implantan cerca del final del opérculo y este punto experimenta en su crecimiento relativo un cambio cuando estos animales llegan a una talla total de 10 cm. Al llegar a este momento el crecimiento relativo, que mostraba un índice igual a 0,849, disminuye todavía más llegando a 0,604. Esto lleva implícito un rápido retroceso hacia la cabeza de la base de las aletas pectorales en los animales de talla superior a los 10 cm. Examinando la gráfica de esta misma medida en el salmonete de fango no es posible descubrir la menor variación.

Un tipo de crecimiento semejante muestra la cabeza de *Mullus surmuletus*. Hasta los 11 cm de talla total el crecimiento tiene un ritmo alométrico negativo del tipo de k igual a 0,845, mientras a partir de esta talla el tipo de crecimiento relativo disminuye notablemente reduciéndose a 0,688. La tónica es, por tanto, semejante a lo que se observa en el desarrollo de la distancia hasta la base de las aletas torácicas con ligera variación del punto de inflexión de la gráfica. Los valores de k en los dos fragmentos de la gráfica son muy parecidos en ambas medidas; sólo algo inferior en el segundo segmento de las aletas torácicas. Comparando los resultados hallados por nosotros con los encontrados por ANANIADIS se observa una ligera disminución del índice de regresión al pasar los salmonetes de roca los 8 cm de talla total. Esta variación es mucho menos acentuada que la observada en nuestros ejemplares. En el segundo salto este autor encuentra un valor alométrico muy cercano a la unidad, 1,07. Este resultado es un tanto difícil de explicar, pues la inmensa mayoría de los peces muestran una acusada tendencia a reducir progresivamente el tamaño relativo de la cabeza. En *Mullus barbatus* ANANIADIS encuentra una disminución considerable en el valor del índice alométrico, mientras se muestra mucho más suave en *M. surmuletus*, al contrario de lo encontrado por nosotros en las costas españolas del NE. Este salto coincide con la marcha de los jóvenes salmonetes de roca de la zona arenosa

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

costera a la zona más áspera y rocosa donde pasarán el resto de su existencia. DESBROSSES, en la costa atlántica francesa, encuentra asimismo una disminución en el tamaño de la cabeza de esta especie realizándose el cambio entre 10 y 11 cm de talla total a semejanza de lo encontrado por nosotros. Sin embargo, existe una diferencia fundamental que hace referencia a la intensidad del cambio, mucho menor en los ejemplares atlánticos que la señalada por nosotros en el Mediterráneo occidental. Por el contrario, dicha variación es superior a la indicada por el autor griego para la misma especie.

En cuanto al desarrollo de la distancia predorsal aparece un cambio entre 12 y 13 cm de talla total algo desplazado respecto al encontrado para la cabeza y aletas torácicas. Existe un ligero aumento por lo que hace referencia al índice k que pasa de 0,833 a 0,941 al contrario de lo que ocurre en los ejemplares procedentes del mar Egeo en los que el cambio se realiza al igual que en las demás medidas entre 7 y 9 cm y se caracteriza por una disminución del valor de k que pasa de 0,95 a 0,89 si bien luego, a partir de la talla 25 cm, aumenta hasta alcanzar un valor máximo para el desarrollo relativo de 1,10, que sólo se encuentra en la segunda dorsal. Este segundo cambio en el valor alométrico lo encuentra también DESBROSSES en el salmonete atlántico. A pesar de lo indicado, en la gráfica destaca el paralelismo de sus dos segmentos con sólo un salto de disminución en la altura de la misma. Este mismo fenómeno se volverá a repetir en la distancia a la base de la segunda aleta dorsal.

En el desarrollo de la distancia que va desde el hocico hasta la segunda aleta dorsal se da un cambio en el valor de altura de la gráfica, pues los dos segmentos se caracterizan por dos coeficientes de correlación bastante parecidos: 0,907 y 0,960. El cambio se manifiesta al mismo valor de la distancia a la primera aleta dorsal y aunque es aumentativo es de menor importancia. Tanto en los ejemplares del Egeo como en los atlánticos se presenta este cambio en el mismo sentido encontrado por nosotros, si bien los cambios se verifican a diferente nivel. En el primer caso a los 7-8 cm pasan de 0,84 a 0,95, realizándose un salto más considerable. Un segundo salto tiene lugar a los 25 cm de talla aumentando todavía más, hasta 1,10, el valor del coeficiente de regresión. En el Atlántico el salto único se manifiesta al nivel de los 25 cm de talla pasando de 0,98 a 1,05 el valor de k.

El valor del crecimiento relativo de la anchura máxima también ha sido estudiado en los ejemplares de *Mullus surmuletus*. En los ejemplares procedentes de la costa catalana se encuentra una discontinuidad al llegar a los 9 cm de talla total con un valor de $k = 1{,}135$. Este valor es inferior al señalado por ANANIADIS para los ejemplares del mar Egeo en este mismo tramo de la gráfica, pues en este mar el valor de k es igual a 1,36. Estos mismos salmonetes muestran en el segundo período hasta los 25 cm de talla un valor de $k = 1{,}01$ semejante al del salmonete atlántico a

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

partir de los 12 cm de talla. En nuestros ejemplares entre 9 y 11 cm de talla total, existe una variación que nos eleva el valor de k hasta 1,378, considerablemente alto si se compara con el señalado por otros autores. A partir de los 11 cm de talla el coeficiente k disminuye considerablemente, $k = 0{,}896$. El segundo de los períodos señalados por nosotros es

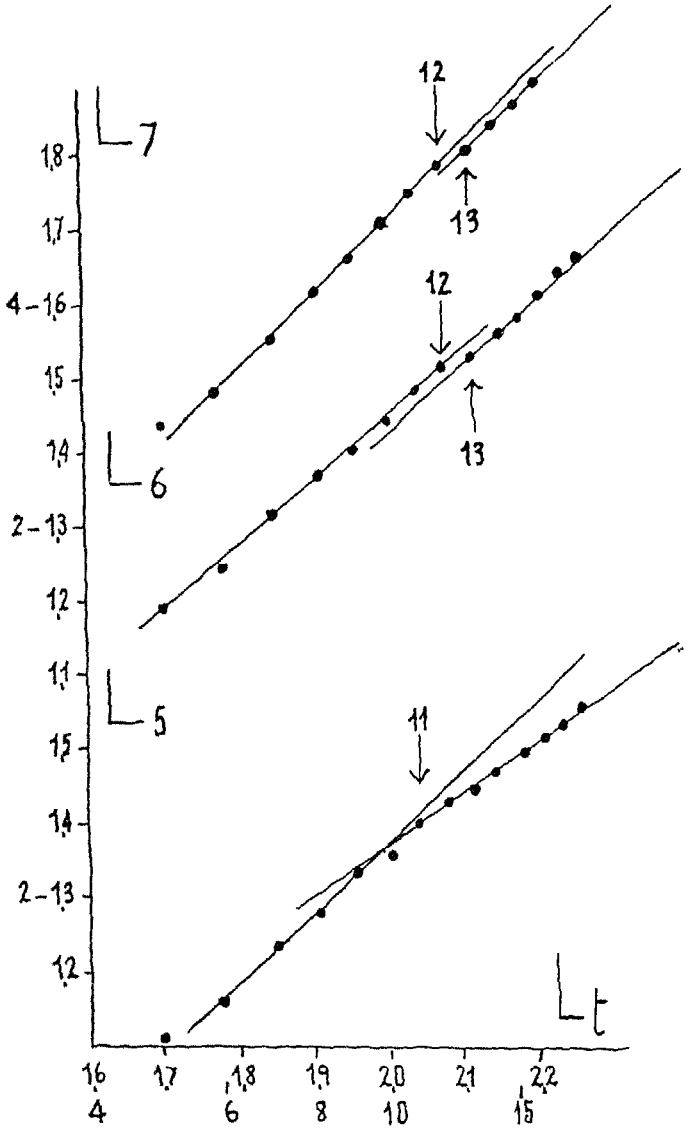

FIG. 8. — Relación entre la longitud total, L_t, la longitud cefálica, L_5, y la distancia a la primera y segunda dorsales, L_6 y L_7, en *Mullus surmuletus*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

difícil de precisar y si bien cuadra bastante bien con los datos gráficos obedece más bien a una situación preconcebida, por una parte en relación con el cambio de *habitat* hacia los 9 cm y, por otra, quizás influencias sexuales, aunque un poco precoces, en los 11 cm. Si en los cálculos se considera anulada la fase intermedia, no hay duda de que los índices encontrados se parecerían más a los señalados para las dos primeras fases del desarrollo en anchura del salmonete de roca heleno.

De los datos de BOUGIS se deduce que el crecimiento de las aletas pectorales en el salmonete de roca de la costa del sur de Francia es parecido al que muestra el salmonete de fango si bien la relación alométrica es algo superior en el primero 0,94 y no 0,93. El cambio de salmonete pequeño a más desarrollado capturado con artes distintos se manifiesta solamente por un mayor nivel de la gráfica correspondiente. Sin embargo, es preciso señalar que en el salmonete de roca pescado con artes que capturan los peces pelágicos costeros, pero de talla inferior a 7,5 cm, el índice alométrico es superior a uno (1,18) indicando, por tanto, que el desarrollo de las aletas pectorales es más rápido que el desarrollo de todo el animal aumentando cada vez más el tamaño de las mismas. Este detalle no se observa en el salmonete de fango.

El crecimiento relativo muestra una distribución de gradientes en sentido de cola a cabeza, encontrándose la actividad máxima en la parte media posterior. Cuando los salmonetes han experimentado la primera crisis, hacia los 7-10 cm, los gradientes se distribuyen con mayor regularidad que en la primera fase y según los datos de ANANIADIS se realiza una inversión en los centros de mayor desarrollo.

TABLA II

Resumen de los coeficientes y valores observados para los diferentes períodos del crecimiento relativo de *Mullus barbatus* (Blanes, Costa Brava).

MEDIDA CONSIDERADA	TALLA TOTAL, L_t en mm	ÍNDICE DE REGRESIÓN k	ÍNDICE DE CORRELACIÓN p	ÁNGULO OBSERVADO	ÁNGULO DEDUCIDO DE k	NÚMERO DE EJEMPLARES
L_2	40-190	0,949	0,993	44°	43° 57′	184
$L_{pelvicas}$	50-160	0,915	0,968	43°	42° 28′	121
L_4	50-190	0,896	0,997	42°	41° 52′	180
L_5	90-190	0,930	1,—	43°	42° 56′	206
L_6	50-190	0,877	1,—	42°	41° 16′	210
L_7	40-190	0,929	0,998	44°	42° 54′	182
L_h	40-110	1,207	0,994	51° 15′	50° 22′	40
	120-190	1,173	0,995	48° 15′	49° 34′	142

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

TABLA III

Resumen de los coeficientes y valores observados para los diferentes períodos del crecimiento relativo de *Mullus barbatus* (Barcelona)

Medida considerada	Talla total, L_t en mm	Índice de regresión k	Índice de correlación p	Ángulo observado	Ángulo deducido de k	Número de ejemplares
L_2	70-190	0,972	0,997	44°	44° 12	138
L_3	70-190	0,928	0,995	43° 15′	42° 52′	138
L_4	70-190	0,890	0,995	42° 15′	41° 40′	138
L_5	70-190	0,837	0,995	40° 30′	39° 56′	138
L_6	70-190	0,843	0,993	41° 45′	40° 8′	138
L_h	70-190	1,102	0,998	48° 30′	47° 47′	138

TABLA IV

Resumen de los índices y valores observados para los diferentes períodos del crecimiento relativo de *Mullus surmuletus*.

Medida considerada	Talla total, L_t en mm	Índice de regresión k	Índice de correlación p	Ángulo observado	Ángulo deducido de k	Número de ejemplares
L_2	50-70	0,830	1,—	36°	39° 42′	32
	70-160	1,009	1,—	46°	45° 16′	150
$L_{pelvica}$	50-160	0,887		42°	41° 36′	133
L_4	50-100	0,849	1,—	43° 30	40° 20′	95
	100-160	0,604	0,881	34°	31° 9′	111
L_5	50-100	0,845	0,996	43°	40° 12′	95
	110-180	0,688	1,—	34°	34° 33′	155
L_6	50-120	0,833	0,998	40°	39° 48′	121
	130-180	0,941	0,992	41°	43° 16′	101
L_7	50-120	0,907	0,997	43° 30′	42° 12′	121
	130-160	0,960	0,998	43°	43° 51′	56
L_h	50-90	1,135	1,—	48°	48° 37′	66
	90-110	1,378	1,—	57° 15′	54° 2′	65
	110-160	0,896	0,998	44° 15′	41° 52′	82

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

TABLA V

Comparación de los índices de regresión y perío dos de crecimiento relativo en *Mullus barbatus*, procedentes de Blanes (Bl), Ba rcelona (B) y Mar Egeo (Eg).

L_t	L_2			L_3			L_4			L_5			L_6			L_7			L_8		
	BL	B	EG	BL	B	EG	BL	B	EG	BL	B	EG	BL	B	EG	BL	B	EG	BL	B	EG
40																					
50																					
60																					
70												0,97			0,83			1,05	1,207		1,24
80																					
90																					
100																					
110	0,942	0,972			0,928		0,896	0,890		0,930	0,837	0,83	0,877	0,843	0,96	0,929		1,05		1,102	0,79
120																					
130																					
140																					
150																			1,173		0,98
160																					
170																					
180																					
190																					

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

TABLA VI

Comparación de los índices de regresión y períodos de crecimiento relativo en *Mullus surmuletus*, procedentes de Blanes (Bl), Atlántico (At) y Mar Egeo (Eg).

L_t	L_2			$L_{(variable)}$			L_4			L_5			L_6			L_7			L_8		
	Bl.	At	Eg	Bl.	At	Eg	Bl.	At	Eg	Bl.	At	Eg	Bl.	At	Eg	Bl.	At	Eg	Bl.	At	Eg
50																					
60	0,890						0,849			0,845	1.—	0,91	0,833		0,93	0,907		0,84	1,135	0,97	1,36
70																					
80																					
90																					
100																			1,378		
110																					
120																					
130	1,009			0,887			0,604			0,688	0,92	0,9		0,92	0,89		0,98	0,95			1,01
140																					
150													0,941			0,960			0,896	1,10	
160																					
170																					
180																					
...																					
210														1,04			1,05				
...																					
250												107			1,10			1,10			0,90

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Como resumen de lo expuesto referente al desarrollo relativo de diferentes partes de *Mullus barbatus* y *Mullus surmuletus* se exponen algunos nuevos puntos de vista sobre la relación entre estas dos especies.

Comparando las gráficas alométricas de las distintas partes estudiadas en cada una de las especies, lo que más llama la atención es la regularidad de las unas, de *Mullus barbatus* y las discontinuidades aparentes en las otras, *Mullus surmuletus*. Estas discontinuidades están situadas todas ellas en las cercanías de los 10-11 cm de talla total. Coinciden con las encontradas por otros autores en diferentes regiones, si bien existe un

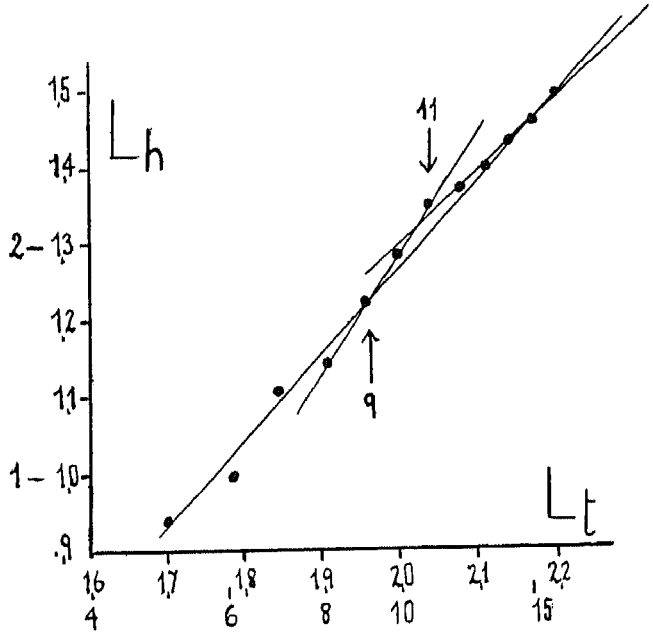

FIG. 9. — Relación entre la longitud total, L_t, y la anchura, L_h, en *Mullus surmuletus*.

margen de oscilación y además varía la amplitud de las diferencias entre los índices de alometría observados. Cabe esperar que en estudios comprensivos de los ejemplares de tallas más pequeñas, desde los 2-3 cm de talla total, pueda observarse alguna variación en la relación entre el crecimiento de algunas partes del organismo. Sin embargo, las variaciones observadas, por ejemplo, por ANANIADIS en el Egeo, referidas a *M. barbatus*, no han podido ser comprobadas por nosotros en ninguno de los exámenes efectuados.

Así, por tanto, mientras en el salmonete de fango la norma en el desarrollo parece ser su regularidad, en el de roca, por el contrario, se presenta una fase crítica que obliga a un cambio, siempre de signo negativo,

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

según nuestras experiencias. Si se tiene en cuenta el tipo de ambiente frecuentado por estas dos especies se podrá comprobar que estas diferencias en el comportamiento del crecimiento relativo encuentran, al menos, una posible explicación. Efectivamente, mientras el salmonete de fango permanece constantemente en zonas fangosas, amplias, desde el momento en que inicia la vida bentónica cerca de la costa y en fondos algo más ricos en arenas, el salmonete de roca, y a esto alude su nombre, cuando llega a los 8-11 cm abandona la zona costera para pasar a habitar fondos ásperos y en las cercanías de las rocas. Este hecho no hay duda que ha de influenciar de alguna manera la vida de estos seres y se manifiesta con este cambio en el tipo de las relaciones de alometría. La alimentación, las condiciones externas, el ambiente en conjunto e incluso el modo de vida, más o menos gregario, son factores que influyen, posiblemente a través de sistemas internos, en la determinación de estos cambios que venimos observando. La influencia de la estructura del fondo se manifiesta en partes especialmente sensibles como, por ejemplo, la cabeza y así vemos que mientras en los ejemplares procedentes de Blanes, Costa Brava, la cabeza es relativamente grande en los que proceden de Barcelona, con plataforma más amplia, y en los del mar Egeo la cabeza presenta un índice inferior, cabeza proporcionalmente más pequeña y de iguales características. Las diferencias existentes entre los índices alométricos cefálicos encontrados en Blanes son difícilmente explicables al disminuir excesivamente el crecimiento relativo de *Mullus surmuletus* y el valor relativamente alto de el mismo índice en *Mullus barbatus*.

En el salmonete de roca las variaciones son siempre en el sentido de disminución del valor del crecimiento relativo ya sea en el valor de k o en el de la disminución de la altura de la gráfica. Según Bougis, que ha estudiado el desarrollo de las aletas pectorales en ambas especies, en el salmonete de roca se presenta una inflexión a nivel de los 75 mm de talla total en ejemplares muy costeros. Este cambio no es encuentra en el salmonete de fango. Una variación en la altura de las gráficas se encuentra en ambas especies al abandonar la facies estrictamente litoral.

De todas las características observadas al comparar el desarrollo relativo de las distintas partes del cuerpo de ambas especies de salmonetes, lo que creemos tiene mayor interés es la diferencia que se observa en la distribución de los gradientes de desarrollo. Mientras en *Mullus barbatus* la tónica general es la regularidad de tal forma que con un máximo en la parte posterior del organismo se presenta, especialmente, en los ejemplares procedentes de Barcelona, una disminución continua hasta presentar un mínimo en la región cefálica, en *Mullus surmuletus* esta uniformidad no se manifiesta y cabe considerar como centro de mayor actividad generadora la parte media posterior del cuerpo. Hacia delante y algo menos hacia atrás, el índice alométrico disminuye y no solamente se presenta este detalle a lo largo de la primera fase estudiada sino que se

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

repite en la segunda, si bien con la particularidad de que según las medidas observadas por ANANIADIS en el Egeo, se produce una inversión en los centros de desarrollo a nivel de la zona dorsal anterior. Cambios de este tipo han sido citados por otros autores en diferentes circunstancias. Desde el punto de vista puramente morfológico, que es lo que se persigue, existe, por tanto, una diferencia muy clara entre ambas especies; en primer lugar la uniformidad en el tiempo, entendiendo por tal la vida de los individuos de cada especie, y en el espacio, considerándolo reducido al cuerpo del animal, son la nota característica de *Mullus barbatus*, mientras las alteraciones y cambios de ritmos se adscriben casi permanentemente a *Mullus surmuletus*, mostrando en la morfología de los mismos, las variaciones ambientales y las de procedencia interna.

BOUGIS relaciona algunas de las variaciones con la actividad del tiroides. Esta glándula, además, podría hallarse influenciada por diferentes agentes de tipo ecológico, como luminosidad, presión, etc., no sabemos si directamente o a través de las distintas sustancias alimenticias. La diferente acción específica sobre el desarrollo de esta glándula podría ser la responsable de las variaciones en el índice de desarrollo. Sin embargo, el desconocimiento de las diferencias en la cantidad de hormona segregada en varias circunstancias impide llegar a una conclusión definitiva.

No obstante, el hecho de que estas diferencias existan y además que correspondan a un modo de vida diferente aunque con un origen común, hasta tal punto ligado a la propia manera de ser que en donde estos fondos no son frecuentes la abundancia del salmonete correspondiente disminuye, son razones que apoyan la separación de las dos especies debatidas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

MERLUCCIUS MERLUCCIUS

Otra de las especies que ocupan durante gran parte de su vida la plataforma continental es la merluza *Merluccius merluccius*, especie que pertenece al numeroso grupo de los gádidos. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con el salmonete que es especie de menor profundidad, la merluza prefiere ya desde los primeros momentos de su vida bentónica, aguas relativamente más profundas. Por otra parte no parece que la segregación por tallas que de forma bastante acusada puede señalarse para el salmonete de fango pueda hacerse en el caso de la merluza y aunque no de manera muy clara si es cierto que la masa de individuos jóvenes convive con la de adultos. Por otra parte y a diferencia de bastantes especies, en las merluzas se da un cambio muy radical en el tipo de ambiente entre los ejemplares jóvenes y recién llegados al estado adulto y los ya más viejos. Los primeros habitan la plataforma hasta el mismo principio del talud continental y los últimos se encuentran preferente-

mente en esta zona a mayores profundidades según las costas y la abundancia de los mismos. Los huevos, una vez efectuada la puesta, que se realiza según algunos autores (BELLOC) en el mismo borde de la plataforma continental, ascienden a la superficie y allí las larvitas recién nacidas emigran poco a poco hacia aguas más costeras constituyendo una parte importante del zooplancton. Al llegar a los 4 centímetros de talla es cuando descienden hacia el fondo e inician la forma de vida que les es particular.

A pesar de ser muchos los autores que se han ocupado de la merluza, por la importancia que esta especie tiene desde el punto de vista de la explotación pesquera, son escasos los datos existentes sobre la materia aquí tratada, o sea el crecimiento relativo de sus diferentes partes. El crecimiento relativo tiene que basarse indiscutiblemente sobre el crecimiento general como punto de referencia. En esta especie se dan acusadas diferencias entre la tasa de crecimiento observada en ejemplares procedentes de áreas distintas. Así, FIGUERAS considera que las merluzas de tres años miden 21,5 cm en el Mediterráneo ; BELLOC considera que las merluzas de esta misma edad procedente de Marruecos miden 35 cm, y HICKLING da 25,6 cm de talla para esta misma edad en Irlanda. Los ejemplares estudiados por nosotros proceden del litoral de la Costa Brava (Gerona - España), que en número de unos 300 proceden unos de la plataforma continental y otros pocos, los de mayor talla, del talud continental. Los ejemplares medidos proceden todos de pescas de arrastre y miden entre 80 y 540 mm, con algunas lagunas intermedias y con la salvedad de que los ejemplares de las tallas superiores están escasamente representados. Esta circunstancia obedece al hecho de que la pesca de estos ejemplares es sumamente escasa en el litoral considerado.

Alguna dificultad ofrece la lectura sobre el papel milimétrico de la talla total en los gádidos en general debido al hecho de que la cola termina de manera un tanto confusa con radios como raídos en la mayoría de los ejemplares. Nosotros hemos colocado al animal en posición normal y la cola extendida sin forzar ni su apertura ni el cierre de la misma, simplemente extendiéndola pasando ligeramente el dedo por encima. Por el contrario la medición de la longitud del cuerpo sin la cola o sea hasta el pedúnculo caudal es fácil por lo bien determinado que éste se encuentra. La gráfica que se obtiene comparando los valores de la longitud del cuerpo L_2 y la talla total L_t señala la existencia de una variación en el ritmo del crecimiento relativo al llegar la merluza alrededor de 130 a 140 mm de talla total. El crecimiento en el primer tramo es claramente negativo, cosa que comporta por contrario un progresivo alargamiento de la aleta caudal. El valor del índice de regresión k es igual a 0,895, mientras en el segundo período que comprende las merluzas de talla superior a la de 140 mm es algo superior a la unidad —1,011—. En apoyo de la exactitud de estas líneas de regresión los índices de correlación respectivos

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

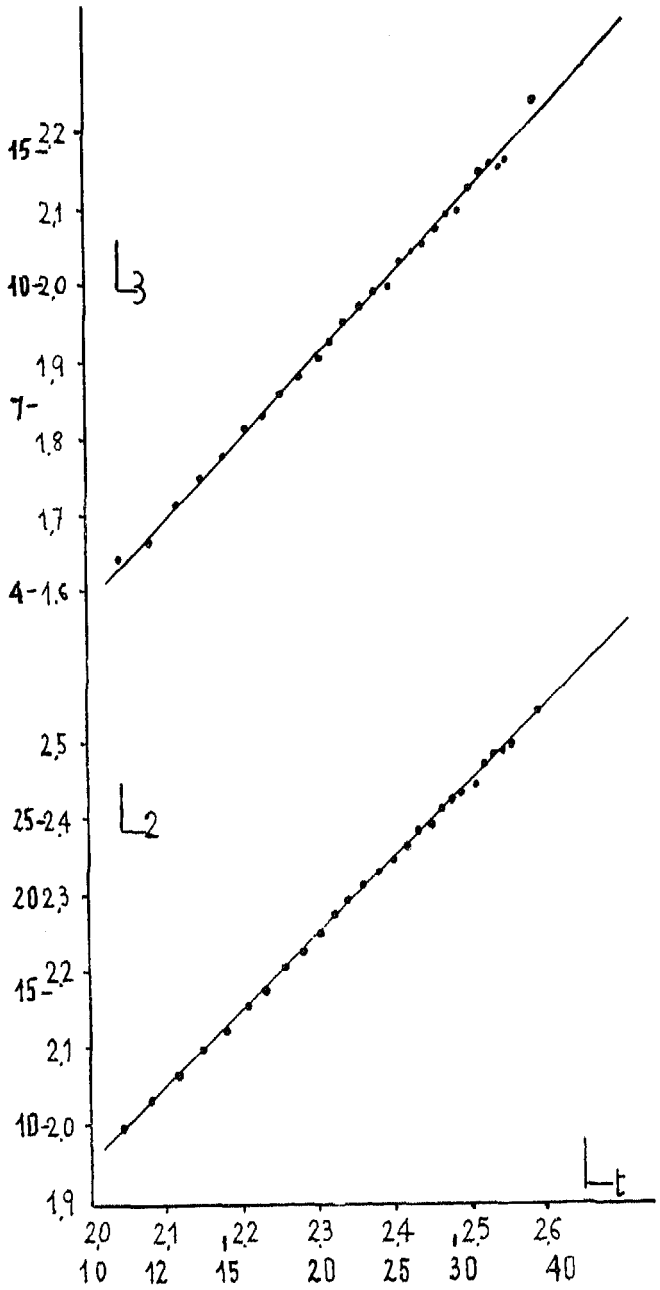

FIG. 10. — Relación entre la longitud total, L_t, la anchura, L_h, la longitud zoológica, L_2, y la distancia preanal, L_3, en *Merluccius merluccius*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

son de 1 para el primer tramo de la recta y de 0,999 para el segundo. Asimismo los ángulos observados y deducidos de la constante k son 41° y 41° 50′ en el primer caso y 44° y 45° 20′ en el segundo. La concordancia de estos datos creemos justifica claramente la división que hemos establecido entre los dos tramos de la recta. La inflexión en la misma es suave y no comporta ningún salto brusco como se presenta en otras especies estudiadas.

Por lo que respecta a la situación de la espina anal la evolución a lo largo de la vida de la merluza es bastante parecida a la anterior si bien se presenta un tercer tramo que concuerda bastante bien con la fisiología de esta especie. La primera inflexión en la curva de crecimiento relativo se sitúa prácticamente al mismo nivel que se sitúa en la relación para L_2, o sea alrededor de los 150 mm de talla total, valor que ha sido considerado como límite para el primer período. En este tramo el índice de regresión, k, es igual a 0,903, o sea se trata de un crecimiento relativo significativamente negativo. La correlación existente entre los datos de este tramo es buena como en todos los casos considerados e igual a 0,982. La pendiente observada y la deducida son también relativamente concordantes, en el primer caso es de 44° 15′ y en el segundo de 42° 6′. Del primer tramo se pasa al segundo dando un ligero salto en la situación de la gráfica. El tramo segundo es todavía más acusadamente negativo que el anterior. El coeficiente de regresión vale 0,893, con una correlación entre los datos igual a la unidad. La pendiente de la gráfica es ligeramente más suave que en la porción anterior, siendo de 39° 15′ el ángulo observado en la gráfica y de 41° 48′ el que se deduce del valor de k. De forma suave la curva representativa del crecimiento relativo de esta parte del cuerpo pasa al tercer tramo cuando la merluza mide unos 250 mm de talla total. Este cambio es más acentuado que los anteriores y da como resultado que la posición de la espina anal experimente respecto de la talla total un crecimiento alométrico positivo. El índice de regresión observado o la constante k de la ecuación alométrica, es igual a 1,155. Como en los demás casos el índice de correlación 0,995 nos muestra que existe una perfecta dependencia entre los datos de ambas variantes. La pendiente de la gráfica aumenta de acuerdo con el valor de k y es igual a 49° 30′, siendo el valor angular deducido ligeramente inferior al señalado, 48° 6′. Es interesante señalar que este aumento de la actividad de crecimiento en esta porción del cuerpo coincide con el momento en que la merluza se desarrolla sexualmente por vez primera. Ello implicaría la retirada, por aumento de la cavidad visceral, del ano hacia atrás. Sin embargo, la disminución en el crecimiento relativo que se experimenta en la segunda fase que se ha señalado podría quizá relacionarse con la situación anterior del orificio anal en estos animales. Por tanto, en este caso se trataría de un verdadero movimiento morfogenético, mientras en cuanto se trata del tercer caso es suficiente considerar una presión

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

física de los órganos genitales para explicar la diferente situación de esta parte del organismo.

La posición de la base de la aleta pectoral es bastante uniforme a lo largo del desarrollo de la merluza. Se presenta una primera parte de signo negativo $k = 0{,}890$ y otra parte con $k = 1{,}048$. Gráficamente, las diferencias aparecen menos perceptibles de lo que nos señalan estos índices. Sin embargo, dos cosas interesa señalar: en primer lugar que la variación se produce al llegar los animales a los 150 mm de talla total y en segundo lugar que este cambio va acompañado de un ligero salto como ya se ha señalado en otras ocasiones. Esto es importante porque ya en L_3 se ha presentado una variación de igual tipo y en estos mismos valores, cosa que contribuye a darnos la seguridad de que en este momento de la vida de estos animales debe de desarrollarse algún cambio interno o externo, pero con efectividad sobre su morfología. Los índice de correlación, como puede observarse en la tabla adjunta, así como la concordancia de las pendientes angulares es buena y permite apoyarnos sobre los resultados obtenidos.

La cabeza, como es normal en la mayoría de las especies, experimenta con mayor intensidad los cambios morfológicos que se presentan en el ser, por ello precisamente habíamos sugerido anteriormente, aprovechar esta mayor sensibilidad en el desarrollo de la cabeza de los peces para el estudio de sus variaciones. Algo parecido han hecho otros autores aunque utilizando simplemente valores porcentuales como elemento de comparación de unas poblaciones con otras de la misma especie. El desarrollo de la cabeza muestra la existencia de tres períodos de manera semejante como se ha hecho notar en el crecimiento relativo de la distancia preanal. La primera parte abarca hasta los 150 mm de longitud total. La segunda variación se produce a los 280 mm. Es curioso señalar que este retraso respecto al punto en que se produce esta variación en las medidas de esta misma especie, generalmente al llegar a los 250 mm, se presenta también en otras especies. El primer período se caracteriza por el signo claramente negativo del crecimiento alométrico, $k = 0{,}827$. El segundo período muestra una mayor tendencia hacia la isometría si bien la tónica continúa siendo negativa, $k = 0{,}963$, y finalmente el tramo final, también de características isométricas es, sin embargo, de signo positivo, pues k pasa a ser algo superior a la unidad, 1,006. Dos cosas interesa aquí hacer resaltar: por una parte que los cambios se efectúan con regularidad y sin saltos y por otra la tendencia de la cabeza a crecer de modo constante, ganando ventaja al desarrollo general. Si se compara el crecimiento de la porción preanal y de la cefálica para, de la diferencia, inferir la marcha de la cavidad visceral, se observará que esta última no presenta variaciones notables, pues ambas medidas, que delimitan su extensión, experimentan variaciones paralelas y de amplitud semejante. Acaso tendería a sufrir un ligero retroceso en su situación en la topo-

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

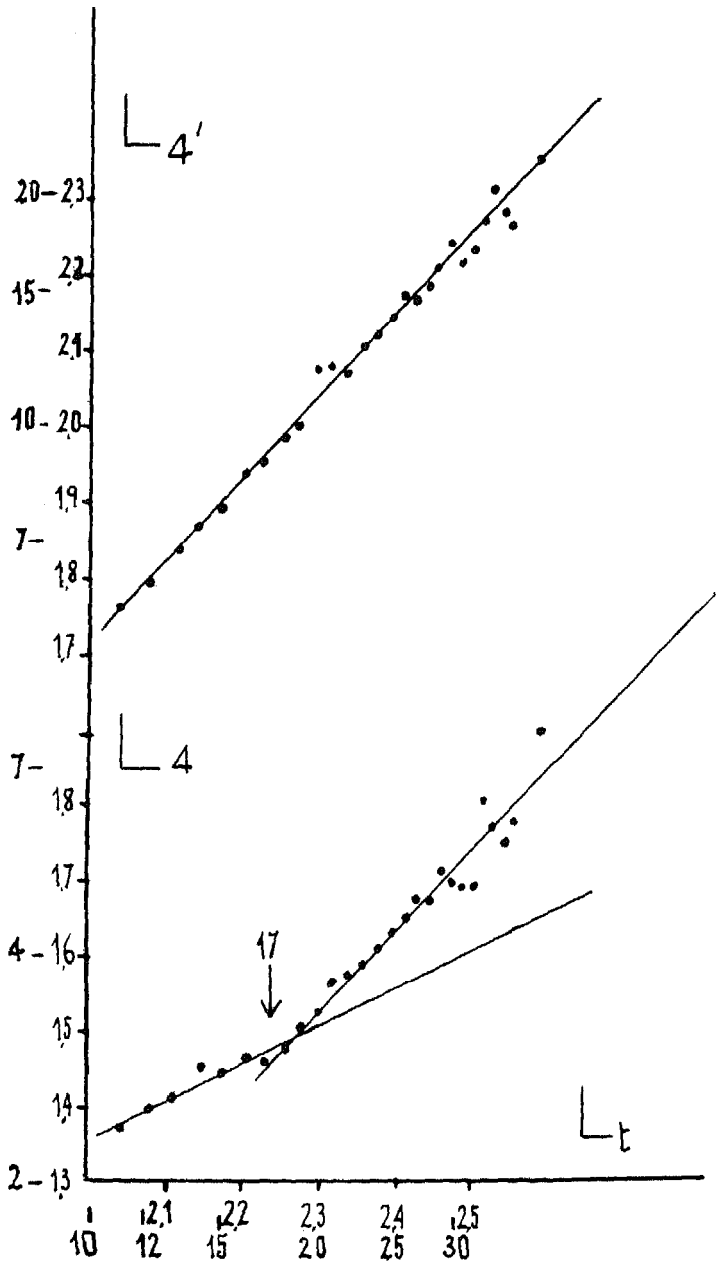

FIG. 11. — Relación entre la longitud total, L_t, la distancia a la base de la pectoral, L_4, y la longitud cefálica, L_5, en *Merluccius merluccius*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

grafía del cuerpo. Llama la atención, por lo que atañe a los valores relacionados con esta gráfica, la discrepancia angular en el tercero de los tramos ; se observa gráficamente que el ángulo es de 49° 30' y no obstante el ángulo deducido de la constante k es de 45° 10'. Esto se debe a la variación en los valores superiores de las frecuencias de talla en donde ya se ha señalado que el número de ejemplares es demasiado escaso. De acuerdo con la situación de la gráfica en el tercer período, prescindiendo un poco de ciertos valores superiores seguramente aberrantes, el valor de k sería algo superior al hallado y mucho más significativamente positivo, oscilando entre 1,171 y 1,191. El aumento que cada vez con mayor intensidad experimenta la cabeza de la merluza no parece ser debido a simples razones específicas o de ambiente, sino que es general para algunos de los gádidos, grupo al que pertenece la merluza.

La implantación de la primera dorsal que en la merluza es corta al contrario de lo que ocurre con la segunda que se extiende a casi la totalidad del dorso del animal, muestra una sola variación en la ley que rige su desarrollo. El cambio se encuentra cuando la merluza alcanza entre 150 y 170 mm de talla. Las dos etapas se caracterizan por su alometría negativa si bien la primera lo es bastante más que la segunda. Efectivamente el coeficiente k de la relación alométrica pasa de 0,822 en el primer período a 0,978 en el segundo. Se presenta el cambio en perfecta concordancia con los observados en el estudio de otras medidas de esta misma especie, si bien aquí tampoco es patente un salto brusco al pasar de uno a otro de los períodos que caracterizan el crecimiento relativo de esta parte del cuerpo de la merluza. Los coeficientes de correlación obtenidos en los dos segmentos, 0,981 y 0,978, son muy próximos a la unidad y, por tanto, no muestran discrepancia alguna en la relación de los datos que permitiera pensar en posibles irregularidades en la interpretación de los dos tramos en que se descompone la gráfica. Afinando un poco en la interpretación del tramo superior se advierte como si la gráfica ascendiera zigzagueando, como dando saltos. Especialmente se observa esto a nivel de las siguientes tallas totales : 250 y 290 mm ; a partir de esta talla, dada la escasez de ejemplares, la interpretación resulta algo dudosa. Esto mismo se ha observado, por ejemplo, en otras especies como *Ammodytes cicerellus*. Estos cambios en la gráfica del desarrollo seguramente se verían mejor reflejados con mayor abundancia de ejemplares en cada clase y deben estar relacionados con los movimientos y con los cambios que experimentan estos peces de acuerdo con las variaciones que anualmente les impone el ciclo sexual. Éste influye no sólo por sí mismo como un ritmo interno sino por las variaciones en el ambiente de acuerdo con sus necesidades orgánicas cuando se encuentran en este estado.

La distancia desde la parte anterior de la segunda aleta dorsal hasta el hocico, L_7, crece de forma uniforme durante todo el período observado en este estudio. El coeficiente de regresión k es igual a 0,987, y por tanto

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

esta medida puede considerarse que crece isométricamente respecto a la longitud total del pez. En esto influyen de todas formas dos factores. En primer lugar que este punto, el inicio de la segunda aleta dorsal, se encuentra en la parte central del cuerpo y ya se sabe que estas medidas

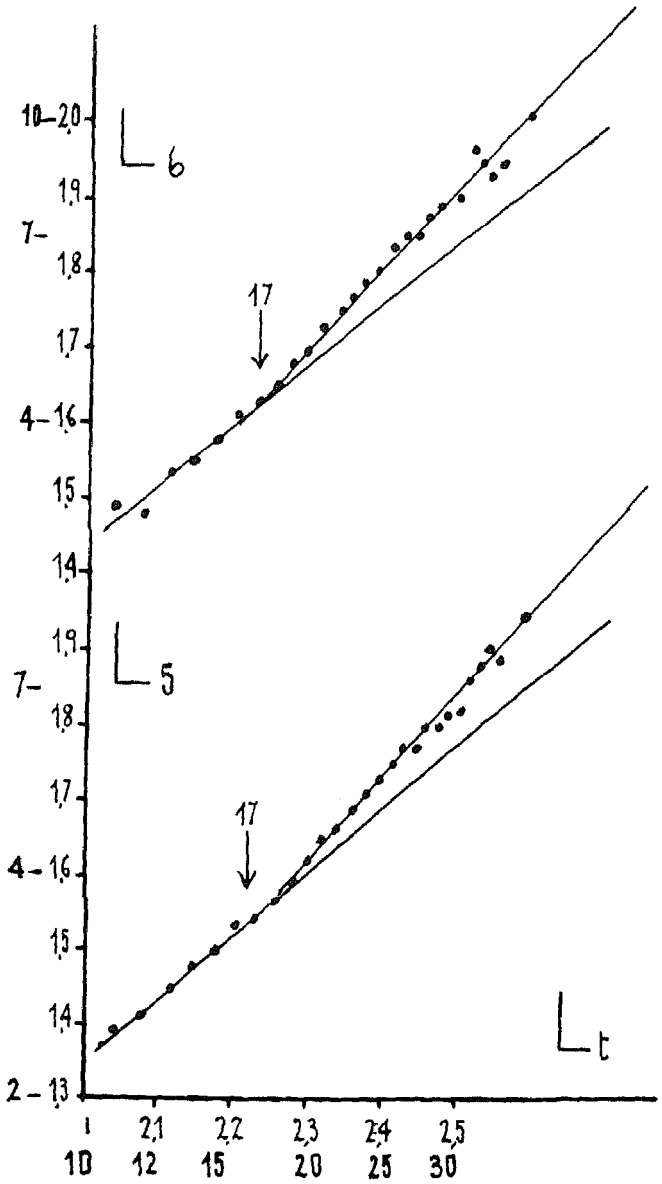

FIG. 12. — Relación entre la longitud total, L_t, y la distancia a la primera dorsal, L_6, en *Merluccius merluccius*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

son las que en general muestran una menor variabilidad y en segundo lugar hay que tener también presente que en esta medida el número de ejemplares examinados es bastante reducido, 146, aunque en contra de lo que pudiera parecer los datos están escasamente dispersos. Parece observarse, aunque aquí por lo que se acaba de decir carece de valor, la disposición en zigzag señalada para la medida anterior.

La anchura L_h experimenta enormes variaciones en su desarrollo según se ve examinando la gráfica correspondiente. Sin embargo, antes de pasar al examen de los resultados es bueno señalar que la tendencia al distendimiento es notable en estos animales, no sólo por efecto de la presión que sobre la parte ventral del cuerpo ejercen las vísceras sino que dada la elacticidad de sus paredes la disminución de presión al ser llevados a la superficie desde las profundidades donde viven se contrarresta con un aumento de volumen de la vejiga natatoria que dilata asimismo la pared ventral de estos peces. Hay que tener presente que las medidas, no es posible tomarlas más que sobre animales pescados y por tanto dilatados y aunque se procure que se hayan reabsorbido las vejigas, persiste cierta distensión que por otra parte dificulta la exactitud de la medida. Existen tres períodos en la gráfica que examinamos ; el primero se extiende hasta los 150 mm de talla total y se caracteriza por tener un crecimiento ligeramente positivo, $k = 1{,}034$. El coeficiente de correlación es de 0,962 y los ángulos que se encuentran son respectivamente el observado y el deducido 47° y 46°, con lo que puede darse por buena la línea que consideramos y el valor del coeficiente hallado. La segunda etapa se extiende hasta los 250 mm y se caracteriza por una alometría extremadamente negativa, $k = 0{,}444$. El coeficiente de correlación y los ángulos son concordantes según puede observarse en el cuadro adjunto. Lo que llama la atención es el salto brusco que aquí se presenta, por una parte su amplitud, pero especialmente por no encontrarse prácticamente en ninguna otra medida según acaba de verse. El tercer período, y último, se inicia como una simple inflexión del período anterior, pero el crecimiento se muestra significativamente positivo con un valor de $k = 1{,}384$. El coeficiente de correlación es igual a la unidad. La tendencia al aumento de la cavidad visceral en este tercer período nada tiene de particular habida cuenta de que en él se encuentra en pleno auge el desarrollo de las glándulas genitales en los distintos ciclos que aquí por la escasez de ejemplares es imposible individualizar. Lo que llama la atención es la alometría tan fuertemente negativa del segundo período. Sin embargo, comparando lo dicho con lo que se observa en otras medidas de esta misma especie pudiera bien suceder que la tendencia a aumentar el desarrollo en las distintas partes se viera compensado con una disminución del aumento en anchura o en otros términos con un progresivo estiramiento del cuerpo del pez.

La variación que a nivel de los 150 mm de talla total experimentan las

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

diferentes medidas consideradas obedece seguramente a un cambio en los medios ambientales al menos esto es lo que aparece en otras especies. Por el contrario, lo que se observa a nivel de los 250 mm es con toda seguridad resultado del cambio que estos animales experimentan al entrar por primera vez en los procesos de tipo sexual. Estos procesos de forma paulatina van absorbiendo una gran cantidad de energía y son la causa de estas diferencias que se observan de forma tan regular en las diferentes medidas. Sería interesante estudiar si en ejemplares de esta misma especie procedentes de plataformas más amplias que en la en que viven los ejemplares que nos han servido para este estudio y con menor competencia intraespecífica, se presenta el cambio observado a nivel de los 150 mm de talla. Si no se presenta entonces se trata simplemente del efecto que la lucha intraespecífica o mejor, trófico-espacial, deja sentir en la fisiología, y por tanto en la morfología del pez.

En el cuerpo de la merluza parece apreciarse un flujo morfogenético

TABLA VII

Resumen de los coeficientes y valores obtenidos para los diferentes períodos del crecimiento relativo de *Merluccius merluccius*.

Medida considerada	Talla total, L_t en mm	Indice de regresión k	Indice de correlación p	Angulo observado	Angulo deducido de k	Número de ejemplares
L_2	80-130	0,895	1,—	41°	41° 50′	152
	140-540	1,011	0,999	44°	45° 20′	150
L_3	80-130	0,903	0,982	44° 15′	42° 6′	164
	140-250	0,893	1,—	39° 15′	41° 48′	86
	250-540	1,155	0,995	49° 30′	48° 6′	77
L_4	80-150	0,890	0,982	42°	41° 42′	163
	170-540	1,048	1,—	46°	46° 21′	144
L_5	90-150	0,827	0,946	40° 30′	39° 36′	165
	170-280	0,963	0,998	44° 45′	43° 54′	119
	280-540	1,006	0,988	49° 30′	45° 10′	33
L_6	90-150	0,822	0,981	38° 30′	39° 24′	163
	170-540	0,978	0,968	45° 30′	44° 6′	144
L_7	100-540	0,987	1,—	45°	44° 36′	146
L_h	90-150	1,034	0,962	47°	46°	153
	170-250	0,444	0,965	22° 30′	23° 54′	84
	250-540	1,384	1,—	54°	48° 42′	78

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

que se muestra cada vez más potente a partir de la región cefálica, adquiriendo su máxima importancia en la parte central y posterior del cuerpo. A lo largo de la vida del animal ese mismo gradiente va adquiriendo mayor potencia, pero al mismo tiempo que se distribuye por la superficie corporal pierde sensibilidad al alejarse de la cabeza y en especial en los puntos situados dorsalmente, en donde predomina la parte muscular sobre las regiones activas. Es en el punto de origen, en la región cefálica, donde éste perdura más tiempo y donde se mantiene sensible hasta edades más avanzadas.

PHYCIS BLENNIOIDES

En las zonas más alejadas y profundas de la plataforma continental se encuentra otro gádido que en ciertas costas, como por ejemplo la que

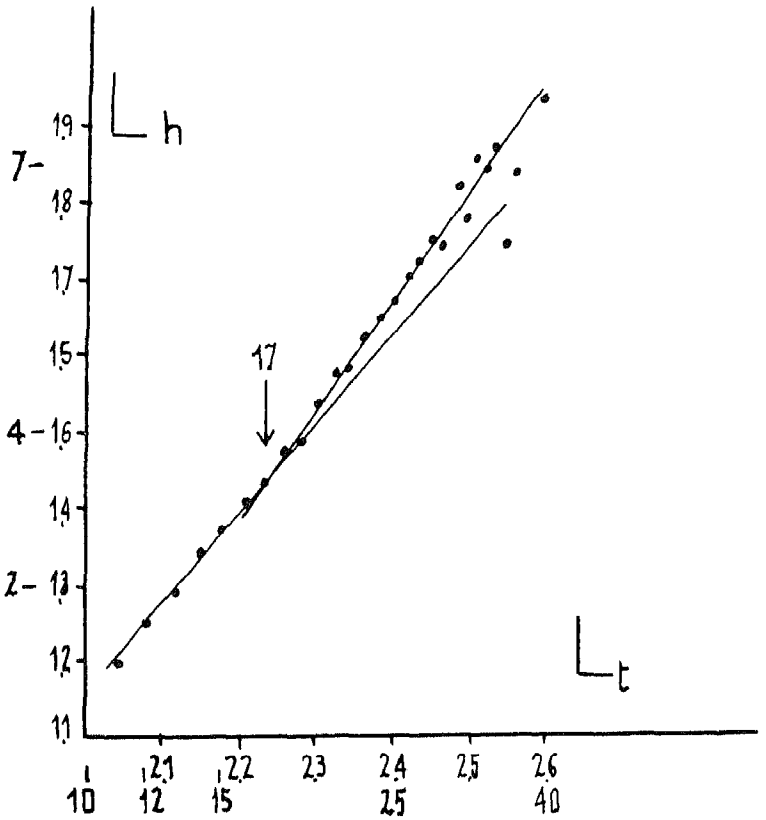

FIG. 13. — Relación entre la longitud total, L_t, y la longitud zoológica, L_2, y la distancia preanal, L_3, en *Phycis blennioides*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

nos ocupa, es explotado por la industria pesquera. Se trata de la brótola, *Phycis blennioides*. Es un pez de aspecto en parte parecido a la merluza, que como ésta sólo tiene dos aletas dorsales, la primera corta y más alta y la segunda muy larga y de bordes casi paralelos al dorso del animal. Sin embargo, es más rechoncho en la porción del tronco y en el resto, en vez de ser deprimido como la merluza, es más bien comprimido. Su color es también más rosáceo y no tan gris como en la merluza. De esta especie no se encuentran las enormes cantidades que se extraen de merluza y constituye pequeñas poblaciones de dinámica y biología todavía mal conocida.

Se han estudiado unos 300 ejemplares de esta especie, de los cuales se han anotado, como en la mayoría de las especies que aquí se tratan, las medidas señaladas en la introducción. No obstante, en la brótola, además, se ha tomado nota del punto donde termina la aleta ventral. Los ejemplares estudiados miden desde 110 hasta 390 mm y en general las frecuencias de talla total están bastante representadas. Vive esta especie, como se ha indicado, a bastante profundidad, alrededor de los doscientos metros. En primavera-verano se recogen los ejemplares de pequeña talla en bastante cantidad, dentro de la relativa pobreza de esta especie considerada como comercial y durante todo el año las embarcaciones traen a puerto un cierto número de ejemplares de las tallas grandes que no suelen alcanzar los 400 mm.

La longitud del pez hasta el pedúnculo caudal se extiende de manera uniforme entre los valores extremos considerados de manera que una sola línea nos marca la función de regresión entre los dos valores. El valor de la constante k para L_2 es prácticamente isométrico e igual a 0,994. El índice de correlación que se ha hallado para comprobar la ligazón entre las dos series de datos es igual a la unidad. El apéndice caudal crece de manera completamente isométrica respecto al cuerpo y para comprobar la posible existencia de cierta variación al llegar a los 170 mm de talla total, como se presenta en otras medidas que se examinarán a continuación, se ha desdoblado la serie de datos en dos porciones teniendo como límite la talla total antes señalada. De las dos series se ha buscado el coeficiente de regresión y correlación resultando ser prácticamente iguales al del conjunto y entre sí. Los primeros son respectivamente 0,961 y 0,994 y los segundos 0,961 y 1.

La distancia preanal, a diferencia de lo que ocurre en otras especies, se muestra muy homogénea en su crecimiento relativo. Gráficamente no es posible determinar más que un solo tramo en la gráfica continua. El coeficiente que se obtiene con la regresión es igual a 1,054. La correlación entre los valores de L_3 y los de L_t es igual a 1 y por tanto debe considerarse total. Se ha realizado la misma prueba que, por resultar del todo satisfactoria, ya no exponemos aquí y que confirma nuestro punto de vista de que la relación isométrica debe considerarse a lo largo de

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

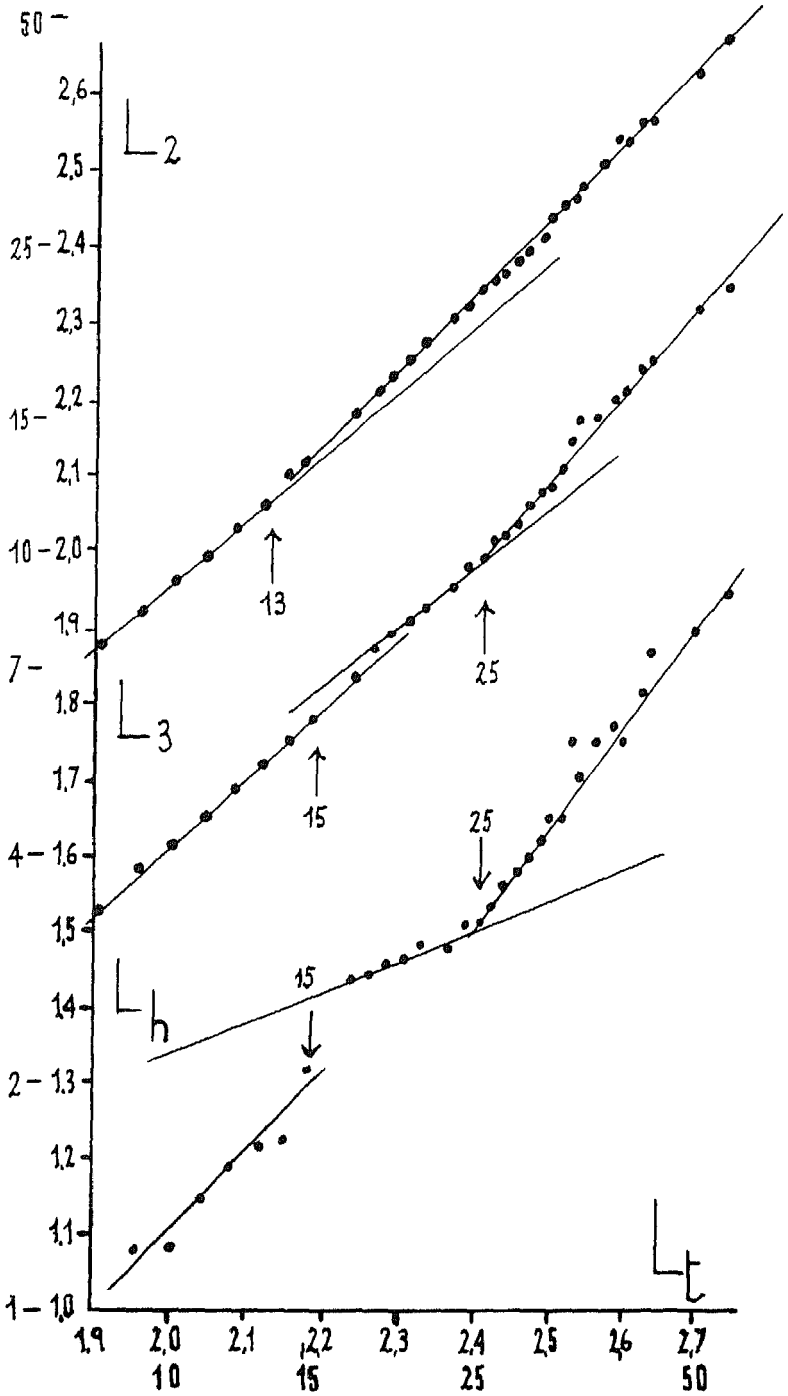

FIG. 14. — Relación entre la longitud total, L_t, y la distancia a la base de las aletas pectorales, L_4, a la punta de las mismas, $L_{4'}$, en *Phycis blennioides*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital. 2004

toda la vida del pez. También en la gráfica de L_3 se observa el mismo, diríamos escalonamiento, que se ha citado al hablar de L_2. La implantación de la espina anal en donde se inicia la aleta del mismo nombre se encuentra en situación más anterior que en muchos de los peces, aunque para un gádido realmente se encuentra retrasada. Como resultado de esta configuración del cuerpo el asa intestinal, tan patente en los gádidos, es bastante menor en esta especie que en las restantes. En general, al retrasarse la posición de la espina anal, ésta se sitúa hacia la parte central del cuerpo ; ello explica, junto con la tendencia isométrica de esta especie, el ritmo de crecimiento alométrico tan cercano a la unidad que la caracteriza.

La implantación de la aleta ventral L_4, muestra un aspecto interesante en el desarrollo de estos animales. La gráfica nos indica la presencia de dos tramos de diferencias muy acusadas, pero de los que no es posible señalar un salto brusco sino más bien suave. Lo importante es que desde las tallas más inferiores hasta llegar a los 170 mm, que coincide con la aparición de manifestaciones sexuales, la relación entre la longitud que va desde el hocico hasta la base de la ventral L_4, muestra un crecimiento relativo muy inferior a la unidad, según se deduce del índice de regresión que es igual a 0,459. Por el contrario, a partir de los 170 mm de talla total la tendencia del desarrollo de esta parte del cuerpo es a permanecer dentro de las líneas de isometría que caracterizan a esta especie. Por otra parte ambas líneas de regresión forman ángulos muy diferentes : en el primer tramo 36° 30′ y en el segundo unos 47°. Sin embargo, los ángulos deducidos del coeficiente k son distintos, especialmente en el primer tramo de la gráfica : 24° 42′ y 46° 16′. El coeficiente de regresión en la parte más importante de la gráfica es de 1,044 y los de correlación en ambos segmentos son de 1 para el primero y de 0,948 para el segundo. En esta especie de nuestro estudio se ha procedido a examinar la posición del final de la aleta ventral, L_4''. Esta medida como muchas de las otras tomadas en este pez se caracteriza por la isometría, pues el índice de regresión para la totalidad de la gráfica en la que no es posible señalar diferencias es de 1,051 con un índice de correlación igual a 0,995. Comparando los valores que se indican para la inserción de las aletas ventrales con el que estamos considerando referente al punto final de los radios libres de la misma, se ve que el crecimiento de estas aletas experimenta un cambio precisamente al llegar los animales a los 170 mm de talla. Hasta este momento en realidad, mientras la inserción de dichas aletas tiende a retrasarse, los extremos de las mismas se mantienen al mismo ritmo que el cuerpo, lo cual lleva aparejado un más intenso crecimiento de las mismas durante este primer período aquí considerado. A partir de este momento el crecimiento de estos radios es completamente isométrico. Téngase presente que estas aletas reducidas a dos radios visibles enfundados conjuntamente en su parte baja sirven como órganos táctiles, de tal forma que el animal los va paseando por el fondo mientras se mueve de un lugar

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

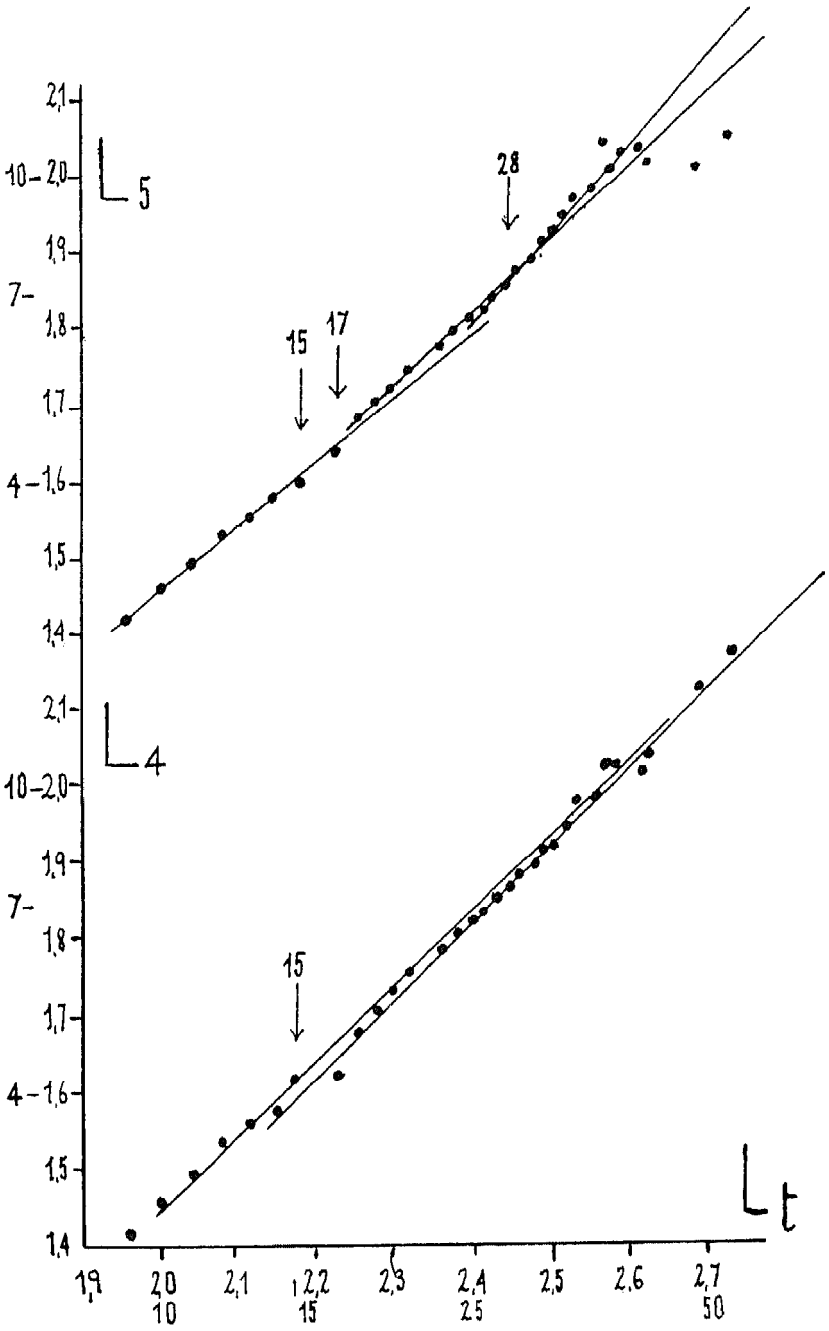

FIG. 15. — Relación entre la longitud total, L_t, y la longitud cefálica, L_s, y la distancia a la primera dorsal, L_a, en *Phycis blennioides*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

a otro. No sabemos si es posible relacionar este mayor crecimiento de los radios durante la parte juvenil de la vida de *Phycis blennioides* con el mayor crecimiento que normalmente muestran estos animales en este período. También es posible que se trate de impulsar con un más rápido desarrollo la función táctil de unas aletas, que en la mayoría de las especies son más cortas quizá, precisamente, por carecer de tal función.

La longitud de la cabeza, L_5, como en todas las especies es importante, posiblemente por su estructura más consistente y quizá con mayor motivo aún por albergar órganos esenciales en la emisión de impulsos vitales. Por ello es en la cabeza donde se acusan de forma más patente los cambios en el crecimiento relativo de diferentes partes del organismo. En esta especie, aunque la tendencia hacia la isometría ya se ha manifestado muy característica, sin embargo, en la parte primera del período estudiado la cabeza muestra un crecimiento alométrico significativamente negativo. El valor del índice de regresión es de 0,852. En apoyo de este dato el índice de correlación es igual a 1, mostrando la estrecha relación que hay entre las dos series de medidas. Igualmente la pendiente angular observada es de 40° 30′ y la deducida del valor de la constante k o índice de regresión es prácticamente el mismo 40° 25′. Durante el resto de la vida de *Phycis blennioides*, el crecimiento de la cabeza se muestra prácticamente isométrico respecto al del cuerpo, si bien se manifiesta alguna tendencia positiva ; el coeficiente k es igual a 1,095. Aparece con bastante frecuencia en algunos peces ; en este mismo trabajo se presenta algo parecido aunque más acusado en la merluza *Merluccius merluccius*. El cambio que se produce en la cabeza al entrar estos peces en el primer ciclo sexual es importante porque mientras en otras medidas las variaciones podrían explicarse, quizá recurriendo simplemente a cambios de estructura externa, por variaciones de presión, por ejemplo, debida al desarrollo de las glándulas genitales, aquí, en la cabeza, con una estructura ósea indeformable, esto no es posible certificándonos que esta especie realmente presenta de manera especial en la parte anterior del cuerpo un cambio en su tipo de crecimiento relativo a nivel de los 170 mm de talla total, o sea cuando se inicia la diferenciación de las glándulas sexuales.

Otra de las medidas que nos muestra, al igual que la longitud de la cabeza, una discontinuidad en la relación de crecimiento relativo, es la distancia a la primera dorsal, L_6. En este caso, sin embargo, las diferencias son mucho menos acusadas que en el anterior. En el primer tramo hasta los 170 mm de talla total el índice de regresión es igual a 0,922, que si bien es claramente negativo, sin embargo, no lo es con la intensidad que representa un índice de 0,852 señalado para la cabeza. El resto del período examinado muestra un índice igual a la unidad. Los coeficientes de correlación son los siguientes : 0,909 y 0,988 respectivamente. Ambos son aceptables si bien el primero podría estar más ajustado indicando ligeras variaciones que se reflejan en la gráfica correspondiente. Asimismo

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

las pendientes angulares también inducen a reducir las diferencias que existen entre los dos períodos : el ángulo observado en el primer caso es de 38° 30′ y en el segundo de 46° 45′. Sin embargo, las pendientes angulares deducidas del valor de los coeficientes son 42° 18′ y 44° 42′, lo que supone que las diferencias reales son mucho menores que las que realmente parecen deducirse de las gráficas. Este conjunto de cuestiones vienen a resumirse en estos puntos : en primer lugar, se manifiesta la tendencia isométrica de la especie ; en segundo lugar, aparece patente una vez msá la tendencia a la isometría de las medidas situadas en la parte central del organismo y finalmente se deja, a pesar de todo, translucir la existencia de un cambio, fruto de la ingerencia de la función sexual en la vida del ser.

Finalmente la anchura se muestra con alometría positiva, lo que es normal en la mayoría de las especies. Muestra asimismo la anchura un cambio en la talla total de 170 mm. Como en la mayoría de los peces la primera fase se caracteriza por una considerable tendencia al alargamiento si bien en esta especie, a diferencia de lo que ocurre en otras, a pesar del aumento en longitud, el aumento en anchura es ligeramente superior al primero. El índice de regresión de ambas series de medidas es de 1,222 con un índice de correlación igual a la unidad. Las pendientes angulares de la primera parte de la gráfica son muy parecidas : 50° para la observada y 50° 42′ para la deducida. La segunda fase muestra la tónica normal de tendencia al aumento de anchura especialmente notable en esta especie. El índice de regresión es de 1,410 y el de correlación de 0,976. El aumento de anchura es muy notable y, además, comunica a esta especie un perfil muy característico.

A este respecto es preciso señalar que si se admite, como en algunos de los restantes caracteres estudiados, una influencia sexual en los cambios considerados, tendremos, de acuerdo con LOZANO, que la flojedad característica de la pared abdominal al entrar en la primera maduración sexual y proseguir las siguientes, daría como resultado el progresivo aumento de anchura que estamos considerando. Esta estructura se manifiesta asimismo en otros gádidos como *Merluccius merluccius* y *Merlangus putassou* ; en *Phycis blennioides* se reforzaría aún más por la flojedad de los músculos del abdomen. De la experiencia de animales vivos en acuarios se deduce que la curvatura es bastante menor en *Phycis phycis*, especie que entre otras características es distingue de la anterior por sus costumbres más bien solitarias y que gusta de vivir en los fondos rocosos o ásperos. Aunque sea sólo a modo de inciso creo oportuno señalar aquí que LOZANO REY, en el volumen IV de su «Ictiología Ibérica», considera que la anchura de *Phycis blennioides* está comprendida de 4,5 a 5 veces en la longitud del animal y nosotros a través de las medidas efectuadas en los trescientos ejemplares encontramos que esta relación varía sensiblemente alrededor de 6,5 veces.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Del estudio de las medidas anteriormente señaladas se puede deducir que en la especie aquí reseñada la tendencia a la isometría es muy acusada y solamente en los puntos situados anteriormente se manifiesta una diferenciación en el crecimiento, debida, sin duda, a la aparición de los procesos de diferenciación sexual. Esto se hace patente por dos motivos : en primer lugar porque dichos cambios coinciden con la aparición de los síntomas sexuales y en segundo lugar porque, como ya se ha visto en otras especies estudiadas, el tipo de cambio es distinto cuando se trata de variaciones ambientales, en cuyo caso se presentan cambios bruscos en la gráfica representativa, o cuando se trata únicamente de variaciones de origen interno, como el que aquí estamos comentando. Esto indica, por otra parte, que esta especie no experimenta sensibles variaciones en el ambiente como acontece en otras especies, lo que nos hace pensar, junto con su tendencia isométrica, que la adaptación a las circunstancias ambientales es muy considerable, lo que le permite resistir los cambios externos y la presión de la industria pesquera y demás acciones depredadoras.

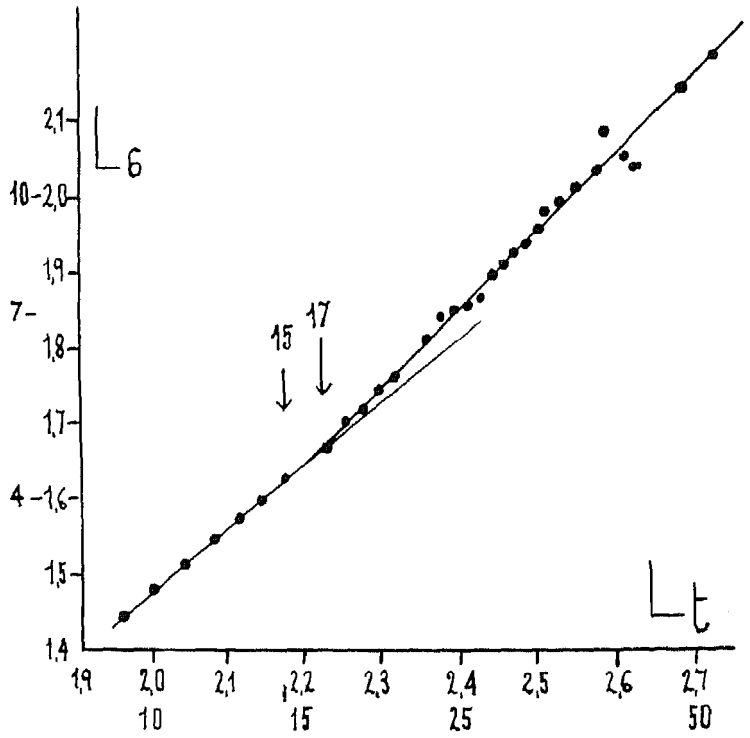

FIG. 16. — Relación entre la longitud total, L_t, y la anchura en *Phycis blennioides*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

TABLA VIII

Resumen de los coeficientes y valores obtenidos para los diferentes períodos del crecimiento relativo de *Phycis blennioides*.

MEDIDA CONSIDERADA	TALLA TOTAL, L_t en mm	ÍNDICE DE REGRESIÓN k	ÍNDICE DE CORRELACIÓN p	ÁNGULO OBSERVADO	ÁNGULO DEDUCIDO DE k	NÚMERO DE EJEMPLARES
L_2	110-390	0,991	1,—	45° 15′	44° 45′	300
L_3	110-390	1,054	1,—	45°	46° 30′	298
L_4'	110-170	0,459	1,—	36° 30′	24° 42′	149
	180-390	1,044	0,948	47°	46° 16′	151
L_4''	110-390	1,051	0,995	47°	46° 25′	298
L_5	110-170	0,852	1,—	40° 30′	40° 25′	148
	180-390	1,095	0,994	48° 30′	47° 36′	151
L_6	110-170	0,922	0,909	38° 30′	42° 18′	149
	180-390	1,—	0,988	46° 45′	44° 42′	140
L_h	110-170	1,222	1,—	50°	50° 42′	147
	180-390	1,410	0,976	55° 45′	54° 40′	150

El examen de las medidas e índices de la tabla anterior muestra esta enorme uniformidad que en el desarrollo relativo caracteriza a esta especie. Destaca únicamente el pequeño valor del índice correspondiente a la implantación de las aletas ventrales. Por una parte podría influir el aumento en grosor del animal aunque en el primer período es más bien pequeño, pero quizá tenga mayor valor el significado adaptativo del mismo que tiende a aproximar hacia la cabeza estos órganos táctiles tan necesarios para la búsqueda del alimento.

MERLANGUS PUTASSOU

Indudablemente, en las costas catalanas el gádido más importante es la bacaladilla : *Merlangus putassou*. Esta especie vive normalmente a bastante profundidad, en las cercanías y más allá de los 200 m de profundidad. La estructura del cuerpo se parece más al bacalao que a la merluza y la brótola, que acabamos de considerar. Es más bien comprimido, con la cabeza relativamente pequeña ; tres aletas dorsales y dos anales de las cuales la primera se inicia muy hacia la parte anterior del cuerpo. Esta

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

posición de la espina anal y por tanto del ano y del principio de la primera aleta anal en la parte anterior del cuerpo ya hemos visto que es propia de los gádidos. En esta especie las formas juveniles no se encuentran cerca de la costa sino más bien en alta mar y posiblemente se distinguen de las formas adultas por preferir un *habitat* disperso en vez de formar cardúmenes como es lo normal en los adultos. Al contrario de lo que sucede con la merluza y la brótola, la bacaladilla, en ciertos momentos, posiblemente debido a cambios hidrográficos, se acerca bastante a la costa. En tal caso, y siempre de manera irregular, no se trata, como en otras especies ya comentadas, de los ejemplares más jóvenes que luego van ganando profundidad a medida que van creciendo, sino precisamente de ejemplares de bastante tamaño. Por otra parte debe ser frecuente que esta especie se disperse, pues con frecuencia se encuentran en sus estómagos grandes cantidades de *Meganyctiphanes norvegica*, eufausiáceo que forma masas considerables de manera un tanto explosiva y que se encuentra entre aguas. También debe ser frecuente en esta especie el descender a bastante profundidad, pues aun suponiendo que los pequeños ejemplares de *Lampanictus* y *Myctophum* de que se alimentan se encuentren a niveles superiores a los que ocupan normalmente los adultos, se trata, sin embargo, de animales de la parte más profunda del talud continental, en áreas de unos 1000 m de profundidad.

Se han estudiado unos 500 ejemplares de *Merlangus putassou* procedentes todos ellos del litoral de la Costa Brava (Cataluña). Las medidas efectuadas sobre los ejemplares de esta especie son las normales para las demás, habiendo de añadir que aquí se ha considerado útil añadir algunos datos sobre el punto donde se implanta la segunda aleta dorsal que consideramos bajo la señal L_7.

La primera de las medidas consideradas ha sido L_2. El crecimiento relativo de la parte propiamente corporal es isométrico con la longitud total. De ello se deduce que el crecimiento de la cola es también paralelo al del organismo. La medida se toma con facilidad y la longitud total se lee de acuerdo con lo que se ha indicado a propósito de la merluza, o sea extendiendo suavemente los radios del apéndice caudal, con los dedos, sin forzar la posición, pero tampoco abriéndolos demasiado por entender que en estos peces la cola no se presenta nunca, desde el punto de vista funcional, claramente ahorquillada. El índice de regresión encontrado se acerca mucho a la unidad: es 0,963. Presenta, no obstante, una ligera alometría negativa. El índice de correlación es igual a la unidad. El ángulo que forma la recta de la gráfica es de 44° 30′ y el deducido del valor de k es igual a 43° 54′. La congruencia de todas estas medidas es suficiente para poder considerarla como realmente isométrica respecto al crecimiento del animal y, además, desprovista de saltos bruscos y cambios de ritmo.

La implantación de la espina anal, como ya se ha indicado, en posición bastante anterior, es causa de que esta medida experimente mayores

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

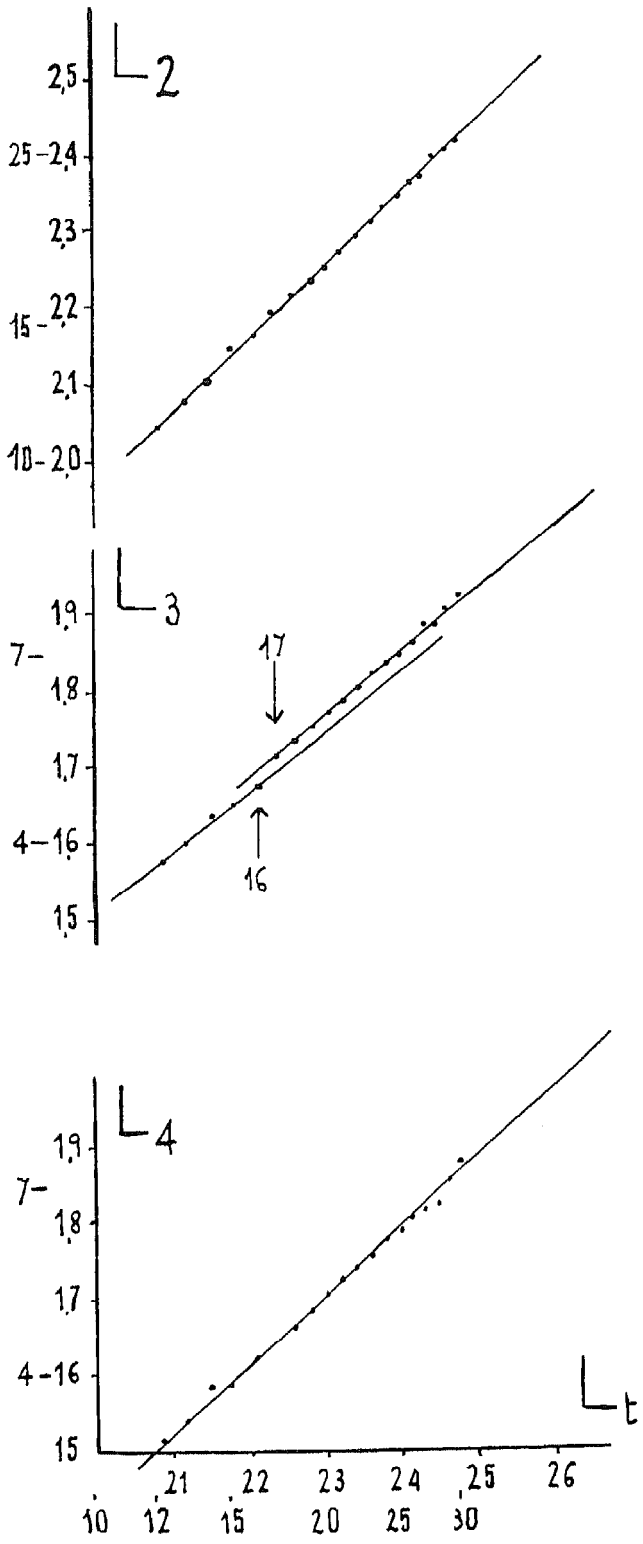

FIG. 17. — Relación entre la longitud total, L_t, la longitud zoológica, L_2, la distancia preanal, L_3, y la distancia a la base de las pectorales, L_4, en *Merlangus putassou*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

diferencias de lo que es normal en especies en las que el ano se encuentra situado en la parte central o algo posterior del cuerpo. Esta medida presenta en conjunto una alometría negativa manifiesta de lo que se deduce que la posición del ano tiende a hacerse cada vez más anterior. La gráfica en la que se reflejan las relaciones que existen entre la distancia preanal y la talla total muestra un cambio a la altura de los 160 y 170 mm de talla total. Este cambio es de dos tipos : por una parte incluye un salto en la altura de la gráfica que es realmente el más ostensible y en segundo lugar existe una variación en la pendiente de los dos tramos considerados. El índice de regresión encontrado en el primer trozo es igual a 0,762, con un coeficiente de correlación de valor unidad. El segundo tramo de la gráfica es de valor alométrico negativo, pero menos que en el primero e igual a 0,857. De la misma forma que en el caso anterior el coeficiente de correlación es también la unidad. Como ya se ha indicado las pendientes angulares de las dos secciones de la gráfica son parecidas, 38° 30′ y 39° 30′ en la misma gráfica y los valores deducidos de k son 37° 18′ y 40° 36′ respectivamente. DESBROSSES, trabajando sobre *Gadus merlangus*, del Atlántico, encuentra precisamente lo contrario a lo que nosotros estamos observando, o sea una tendencia a valores más negativos de la distancia preanal. Hasta 150-170 mm dicho autor da a k un valor de 1,03, mientras a partir de las tallas citadas el coeficiente de regresión disminuye pasando a 0,96. Si bien aquí se trata siempre de valores más altos que los observados por mí en *Merlangus putassou*, especie próxima, lo importante es señalar que el cambio es en ambos casos de sentido contrario. Según otros autores la espina anal va retrocediendo. MATTA encuentra que los índices porcentuales dan un salto entre 21 y 22 cm de talla total. Este salto no aparece en nuestros ejemplares. Según la interpretación que se dé a la gráfica, es posible obtener unos índices u otros ; así, en el primer tramo de L_3, si se enlaza con los valores correspondientes a 170 mm de talla total , la pendiente de la recta de regresión pasa a ser de unos 45°, con lo que el coeficiente será aproximadamente de 1. Así, según esta nueva versión, la alometría pasa de isométrica a negativa, lo cual estaría de acuerdo con lo señalado por los autores antes citados. Aquí, sin embargo, nos parece más adecuado dar la interpretación separando las dos gráficas y marcando un salto entre ellas. Los cambios en la posición de L_3 nada tienen que ver con la variación en tamaño de la cavidad visceral.

La separación entre el hocico y la implantación de la aleta pectoral, L_4, es considerada en este estudio como uniformemente negativa durante todo el período estudiado. El valor del coeficiente de correlación es de 0,995 y el índice de regresión o valor de k es igual 0,891. Acaso existan algunas variaciones en la distribución de datos, pero en la gráfica no se muestran suficientemente claras como nos parece necesario para separarla en dos porciones distintas como hemos hecho con otras medidas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

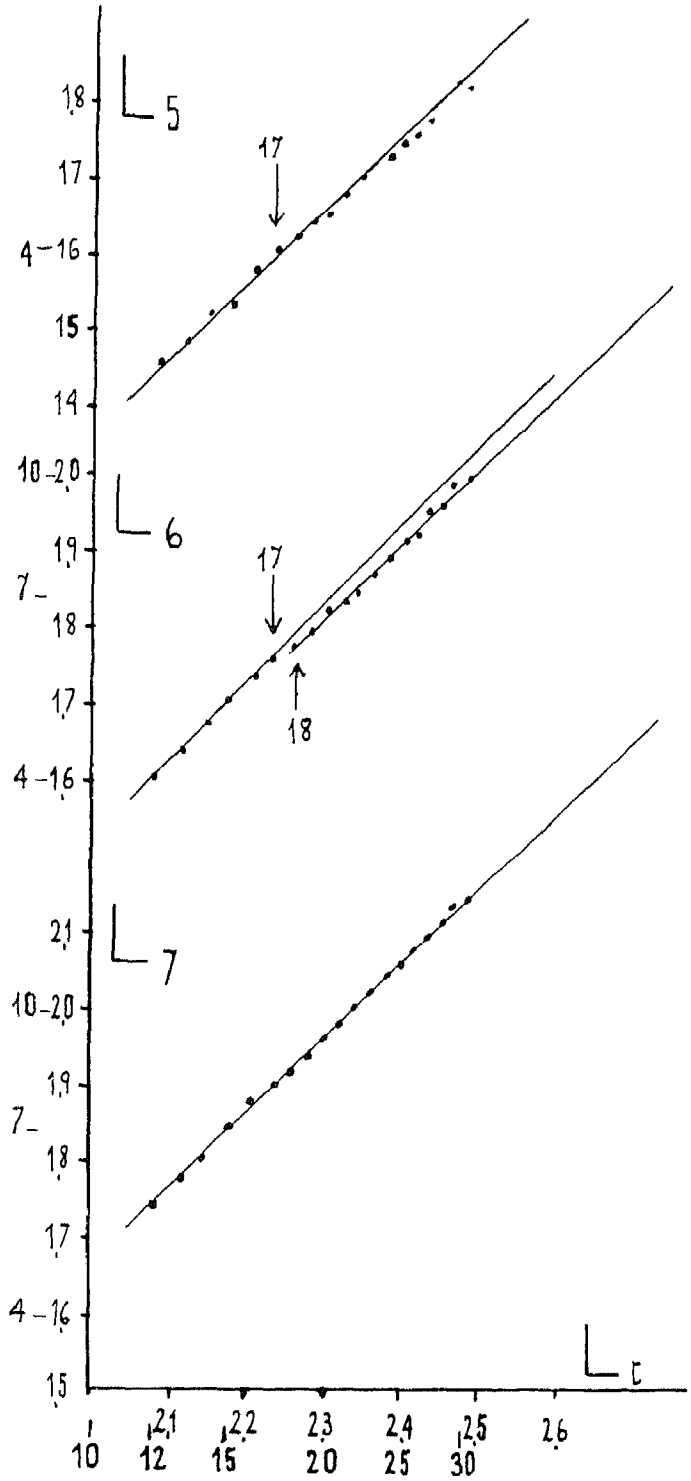

FIG. 18. — Relación entre la longitud total, L_t, la longitud cefálica, L_s, y la distancia a la primera y segunda dorsales, L_6 y L_7, en *Merlangus putassou*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital. 2004

Sin embargo, a modo de ensayo, se ha realizado el desdoblamiento de los datos en dos fracciones, separándolos a nivel de 170 mm de talla total. Los índices de regresión encontrados se aproximan más a la unidad que el señalado para la serie entera ; respectivamente 0,937 y 0,921. Los dos valores son muy parecidos, lo que significa, para explicar el valor inferior del conjunto, que ambas rectas se sitúan a diferente nivel. Se trataría de una manifestación prácticamente igual a la del caso anterior. Aquí, no obstante, es más difícil separar las dos porciones de la gráfica.

La longitud de la cabeza muestra como las demás medidas una inflexión a nivel de los 170 mm. Esta inflexión pasa de valores prácticamente isométricos, pues el índice de regresión es prácticamente igual a la unidad 1,003, con coeficiente de correlación igual a 0,991, a valores negativos de crecimiento relativo, k igual a 0,943 y coeficiente de correlación igual a 0,996. Esto queda demostrado comparando los ángulos de los dos tramos : el primero es prácticamente igual a 45°, en el valor deducido 45° 6′, y 42° 30′ variando en el valor deducido a 42° 18′. Los valores encontrados por DESBROSSES en *Gadus merlangus* son muy parecidos a los nuestros : 1,01 y 0,95, verificándose el cambio entre 15 y 17 cm de talla total. MATTA, para nuestra misma especie, encuentra también un cambio del mismo valor ; según dicho autor, los índices porcentuales pasan de 24,64 a 24,10 en los machos y de 44,82 a 23,92 en las hembras, realizándose este cambio a los 21-22 cm. Es precisamente en este nivel donde nosotros no hemos podido hallar variación alguna. Por otra parte la biología de esta especie no parece indicar nada que nos induzca a pensar en tal cambio en el desarrollo, pues el paso del primero al segundo año de vida que precisamente se realiza en este momento, no podemos pensar que sea motivo de variación.

El principio de la primera dorsal experimenta un tipo de flexión en el crecimiento relativo semejante al que hemos descrito para la cabeza. Al llegar el pez a los 170 mm de talla total experimenta una variación en el sentido de que el índice k, que en el primer tramo es igual a 1,012, pasa a 1,004. La disminución es, por tanto, muy ligera, pero se manifiesta de manera ostensible en la gráfica adjunta. La diferencia angular es también escasa como puede observarse en la tabla que se acompaña. Es curioso señalar que la variación entre esta medida y la de la cabeza, en sentido de minimizarse las diferencias, queda explicada perfectamente sólo considerando que la distancia a la primera dorsal se refiere a un punto situado más hacia la parte central del cuerpo.

En esta especie, que se caracteriza por la presencia de tres aletas dorsales, se ha considerado oportuno tomar algunos datos de la distancia desde el hocico hasta el inicio de la segunda dorsal. Esta medida, L_7, se encuentra en la parte central del cuerpo. No se observa ningún cambio en el crecimiento a lo largo del período estudiado y el índice de regresión es prácticamente igual a la unidad 1,007, que teniendo en cuenta el valor

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

del coeficiente de correlación igual a 1 nos da idea de la regularidad de la relación entre esta medida y la talla total. La isometría que muestra esta medida no sólo es tónica general de esta especie sino, además, de la situación del punto a que se refiere, la base del primer radio de la segunda aleta dorsal.

La anchura en la bacaladilla muestra una serie de inflexiones, cuyo sentido nos parece a simple vista más en relación con causas puramente mecánicas relacionadas con los ciclos sexuales, que debidas a movimientos morfogenéticos propiamente dichos. Distinguimos en la anchura, en relación con el crecimiento general, tres fases bien caracterizadas, a las que, sin duda, cabe añadir otras más aunque en este estudio resultan más difíciles de individualizar. El primer período se extiende hasta que los pequeños peces alcanzan los 150 mm de talla total. Este período se caracteriza por una tendencia notable al estiramiento, de tal forma que k o el índice de regresión tienen un valor extraordinariamente bajo, igual a 0,4. A fin de aportar nuevos datos en apoyo de un valor tan bajo, el índice de correlación es igual a la unidad y la relación que existe entre el ángulo observado y el deducido es estrecha : en el primer caso el valor es de 24° y en el segundo de 21° 48'. Inmediatamente sigue un período de caída en el valor medio de la anchura, de tal forma que no solamente la anchura crece a un ritmo mucho más lento que lo hace la longitud del pez, sino que positivamente disminuye de anchura. Esto coincide con los valores medios de talla entre 150 y 170 mm. Es precisamente en este momento cuando en las demás medidas estudiadas se observa un cambio notable. Posiblemente un cambio de *habitat*, como se comentará más adelante, explica esta variación tan particular. El segundo período arranca desde los valores inferiores anteriormente comentados hasta los 220 mm. Aquí, por el contrario, se presenta un auge considerable en el aumento en anchura de estos animales. El valor del índice de regresión es considerablemente alto, igual a 1,801. El coeficiente de correlación es prácticamente igual a la unidad, 0,992. Indiscutiblemente, este período corresponde de forma que no admite dudas al de la primera evolución sexual y, por tanto, posiblemente el aumento del valor de la anchura no se deba a otra causa que al de los órganos sexuales que presionan la pared visceral. A continuación de este período sigue otro en el que prácticamente el crecimiento en anchura queda anulado. Tal período corresponde a los animales que cumplen los dos años de edad y el valor de k deducido de la gráfica es prácticamente nulo. Durante este período se presenta de nuevo algo parecido a lo que ya se ha indicado para el final del primer período, o sea una especie de disminución del desarrollo en anchura con incremento del de la longitud. El número de ejemplares correspondientes a este tercer período, que aparece bien patente en la gráfica, es de 109, que consideramos suficiente para excluir posibles fuentes de error, debido a escasez de ejemplares. El último período señalado en la gráfica comprende los ejem-

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

plares desde los 250 mm hasta los de mayor talla. El índice, de manera global, es bastante elevado aunque no tanto como el período comprendido entre 160 y 220 mm. El valor de este índice es de 1,317. Sin embargo, a mi juicio, esto no se debe a una verdadera disminución del valor del índice sino a la superposición de distintos períodos de crecimiento y retención, como los anteriormente citados, correspondientes a los distintos ciclos sexuales, con lo que el conjunto da como resultado una disminución del valor del índice de regresión. La disminución del crecimiento general del cuerpo en las edades elevadas y la superposición de los ciclos ha de dar forzosamente como resultado la dificultad en distinguir los unos de los otros. Sin embargo, la gráfica muestra una dispersión bastante considerable que bien pudiera atribuirse a lo que estamos exponiendo.

Según el estudio de DESBROSSES, señalado más arriba en *Gadus merlangus*, se produce un primer cambio en el crecimiento relativo al medir los peces los 6 cm, momento que coincide con su llegada al fondo. Un segundo cambio se produce cuando estos peces miden entre 15 y 17 cm, tamaño que corresponde al final del primer año de vida y posiblemente es debido al influjo del desarrollo de las glándulas genitales, dando como resultado un cambio en el potencial de crecimiento. En este momento, y en esta especie, se produce la diferenciación morfológica de machos y hembras quedando los primeros de tamaño más reducido. Sobreviene a continuación la detención del crecimiento en el período invernal, cosa que en nada influye en la morfología. Por lo que respecta a esto en la especie que estamos estudiando, *Merlangus putassou* no ha podido estudiarse este cambio que se cita para *Gadus merlangus* a nivel de los 6 cm en primer lugar porque no figuran ejemplares de este tamaño en la distribución de tallas estudiadas y en segundo lugar porque según MAX POL los ejemplares de esta especie se mantienen en vida pelágica hasta más allá de los 12-13 cm en el Atlántico. Esto está de acuerdo con el hecho observado por nosotros de que los pequeños ejemplares de *Merlangus putassou* se encuentran sólo raras veces en las capturas de estos peces en alguna de las caladas que efectúan los pescadores con artes de arrastre. Por otra parte, tampoco se obtienen cerca de la costa como es frecuente en el salmonete y aun en la merluza. En otras especies, como por ejemplo la brótola de fondo *Phycis blennioides*, es frecuente la captura de pequeños ejemplares durante una parte del año, en este caso en los fondos donde se encuentran los adultos o en las proximidades de los mismos. Por esta circunstancia no es posible advertir la existencia de un cambio en la morfología como el señalado por DESBROSSES. El segundo de los señalados por este autor sí coincide con el que hemos podido señalar en los nuestros, con la particularidad de que, a nuestro entender, en este caso se mezclan dos influencias distintas, una ecológica y otra funcional. La primera sería debida a la definitiva adaptación a la vida bentónica y la segunda a la influencia de la aparición del primer ciclo sexual. Sería, sin

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

embargo, interesante ver la manera de encontrar ejemplares de *Merlangus putassou* de tallas inferiores para poder observar de forma más clara las posibles diferencias que existentes entre los habitantes de los distintos ambientes. Sin embargo, es preciso hacer hincapié en algo que nos parece de interés : si se observa la distribución de tallas se verá que en las de 140 y 150 mm existen bastantes menos ejemplares que en las restantes, aun las más inferiores. Esta circunstancia la hemos observado en otras

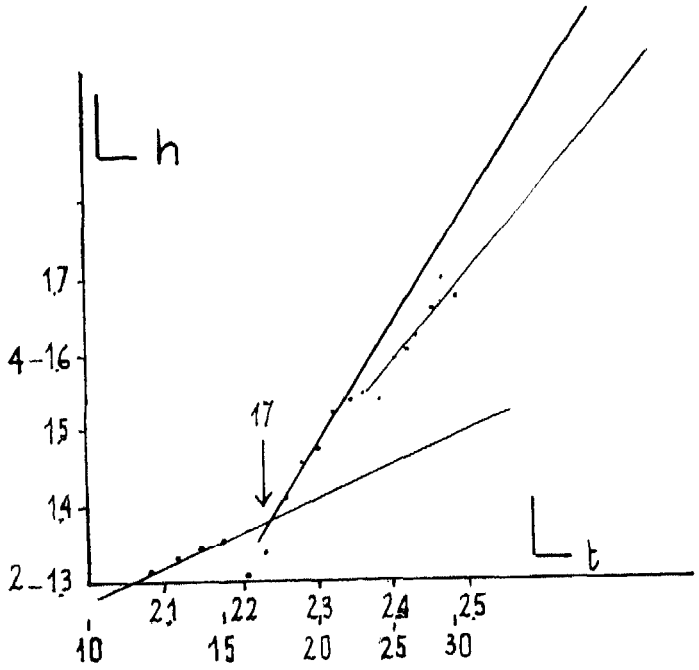

FIG. 19. — Relación entre la longitud total, L_t, y la anchura, L_h, en *Merlangus putassou*.

especies siempre acompañada de una dispersión de los individuos en su *habitat* normal o por paulatino cambio de ambiente, lo cual va acompañado de una disminución en las posibilidades de su captura que queda reflejada en nuestra distribución de tallas con la disminución en el número de ejemplares de las tallas afectadas.

El mismo autor antes citado señala para *Gadus merlangus* la existencia de un centro de influjos morfológicos en la cabeza y otro en la parte ventral posterior. Seguramente esto está de acuerdo con la mayor amplitud encontrada por nosotros en los cambios de la cabeza, distancia a la primera dorsal y distancia preanal.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

TABLA IX

Resumen de los coeficientes y valores obtenidos para los diferentes períodos del crecimiento relativo de *Merlangus putasscu*.

Medida considerada	Talla total, L_t en mm	Índice de regresión k	Índice de correlación p	Ángulo observado	Ángulo deducido de k	Número de ejemplares
L_2	120-300	0,963	1,—	44° 30′	43° 54′	522
L_3	120-160	0,762	1,—	38° 30′	37° 18′	38
	170-300	0,857	1,—	39° 30′	40° 36′	325
L_4	120-300	0,891	0,995	42° 30′	41° 42′	515
L_5	120-170	1,003	0,991	45°	45° 6′	86
	180-300	0,943	0,996	42° 30′	43° 18′	411
L_6	120-170	1,012	0,988	46°	45° 21′	87
	180-300	1,004	0,998	45°	45° 6′	427
L_7	120-300	1,007	1,—	45°	45° 12′	460
L_h	120-150	0,4	1,—	24°	21° 48′	37
	160-220	1,801	0,992	59°	61°	220
	250-300	1,307	0,981	50° 30′	52° 48′	86

Si sobre el cuerpo de *Merlangus putassou* se colocan los diferentes índices encontrados, se observa que a partir de la cabeza se organiza un gradiente que discurre por la parte ventral perdiendo intensidad y que se miniminiza en la región anal. A medida que el animal crece, esta situación tiende a regularizarse por incremento del índice anal y disminución del cefálico, con lo que la tónica parece tender a la isometría de manera general.

TRACHYRHYNCHUS SCABRUS Y *ALEPOCEPHALUS ROSTRATUS*

La comparación de las especies que corrientemente viven en la plataforma continental con las que se encuentran en las grandes profundidades, en general, alrededor de los 1000 mm ha de resultar seguramente de interés. La posibilidad de disponer de bastantes ejemplares de *Trachyrhynchus scabrus*, aproximadamente unos 130, y de nueve ejemplares de *Alepocephalus rostratus* nos permite utilizarlos como elementos de comparación con las especies anteriormente examinadas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Trachyrhynchus scabrus es un pez de cuerpo algo rechoncho anteriormente y que termina por la parte posterior en forma muy afilada y con una aleta caudal filiforme. Esta particularidad es motivo de serias dificultades porque en muchas ocasiones falta la parte terminal de la aleta caudal. Ante esta dificultad, en un trabajo anterior (Bas, 1963), se habían referido las medidas estudiadas a la distancia preanal, L_3, considerada como la masa principal del cuerpo. Previamente se examinó la relación existente entre esta medida y la longitud total comprobándose que era prácticamente igual a la unidad. En este estudio, sin embargo, y a fin de que las relaciones entre unas medidas y las otras resulten más fácilmente comparables, se utiliza como referencia la longitud total, pese al inconveniente antes apuntado, que se ha procurado soslayar en la medida de lo posible. Esta especie suele vivir en fondos del orden de los 1000 metros y más y la posibilidad de obtenerla en nuestro laboratorio se debe a que las embarcaciones de arrastre llegan frecuentemente hasta ellos en la pesca de *Aristeus antennatus*.

Antes de iniciar el examen detallado de cada una de las medidas es curioso señalar que en casi todas ellas la relación se mantiene dentro de una gran uniformidad y con valores siempre muy cercanos a la unidad. Esta marcada isometría es digna de tenerse en cuenta en estos animales en relación con su medio de vida y quizá también con su pasado histórico.

La distancia preanal muestra en la gráfica una primera fase, aproximadamente hasta los 150 mm de talla total con un índice de regresión algo superior a la unidad, 1,024. Desde los 230 mm de talla hasta el final, 470 mm, la gráfica muestra un valor del índice de regresión muy parecido y tan sólo algo superior, 1,041, con la particularidad de que entre las dos gráficas se encuentra un salto muy marcado en el que se intercalan precisamente y de forma muy poco clara los valores correspondientes de 200 a 220 mm de talla, ambos inclusive. Estos valores intermedios tienen en casi todas las medidas una posición parecida, lo cual induce con razón a pensar que realmente en este momento estos animales experimentan un cambio en su desarrollo morfogenético, cambio menos brusco que el que normalmente se presenta en las especies más superficiales.

La proporción entre las relaciones de las gráficas y las numéricas, se presenta menos clara en el examen del desarrollo de la cabeza. Como se ha hecho en L_3, en la longitud de la cabeza, L_5, se distingue un primer período hasta 150 mm de talla y un segundo desde 230 mm hasta el final. En el primer período la gráfica señala un ángulo de la pendiente de 45° 45', concordante con el hallado para la distancia preanal en el mismo período. Sin embargo, el cálculo del índice de regresión y la misma disposición de los puntos en la gráfica muestran un valor del índice o del ángulo correspondiente bastante inferior e igual a 37° 36'. El valor del índice que concuerda con este ángulo es de 0,770. La escasez de ejempla-

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

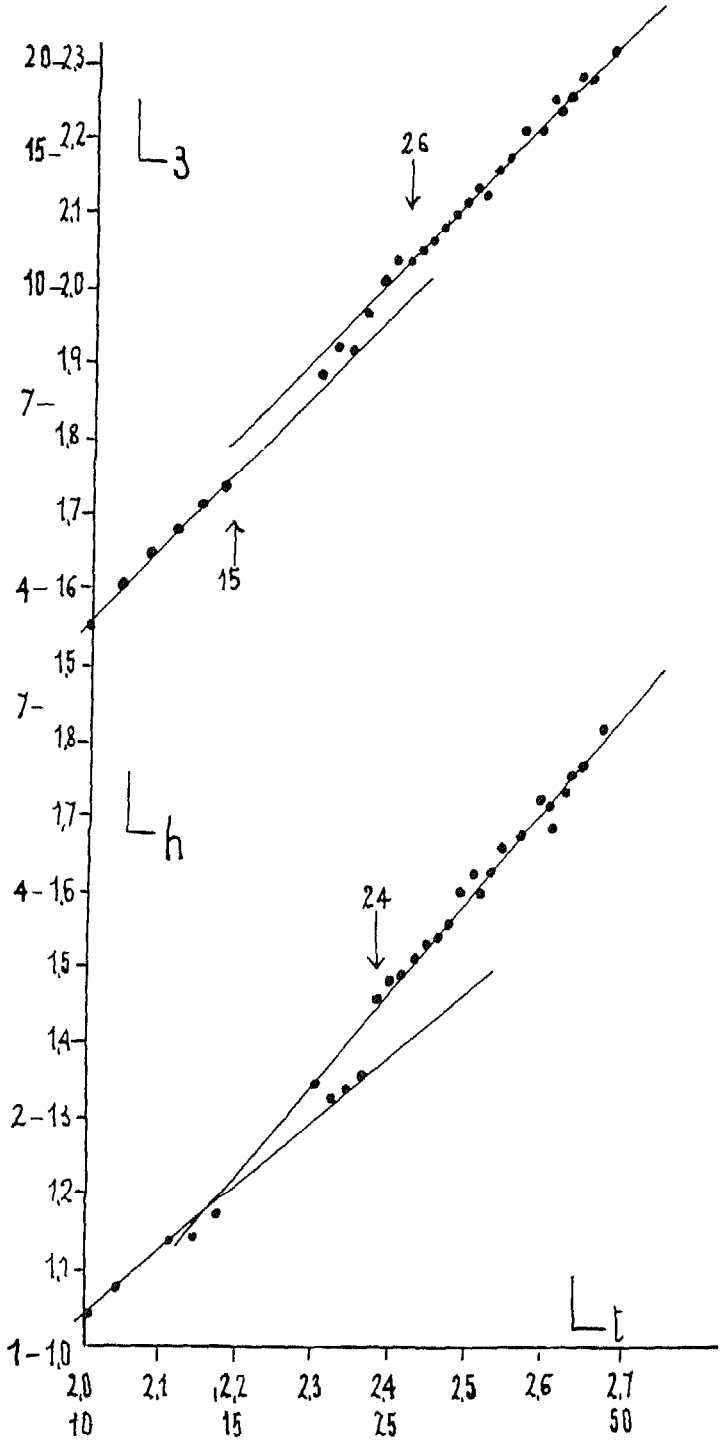

FIG. 20. — Relación entre la longitud total, L_t, la distancia preanal, L_s, y la anchura, L_h, en *Trachirhynchus scabrus*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

res y la dispersión de los mismos proporciona un coeficiente de correlación algo bajo en comparación con los que habitualmente hemos encontrado, igual a 0,892. El segundo período muestra una mayor concordancia con todos los datos gráficos y numéricos y con las demás medidas. El índice de regresión es muy parecido a la unidad, 0,959 con un coeficiente de correlación alto, 0,994, y perfecta concordancia entre los valores angulares hallados y deducidos de k. Todo ello es buena indicación de la bondad de las relaciones encontradas.

La cabeza, por tanto, experimenta a lo largo de su desarrollo un cambio más profundo que las demás medidas ; no solamente se presenta aquí un cambio en la altura a que se disponen las dos partes de la gráfica en los dos períodos respectivos, sino que existe un cambio en el ritmo de crecimiento en ambos. Más adelante, en un comentario sobre el desarrollo de *Alepocephalus rostratum* podrá verse algo parecido. La cabeza de *Trachyrhynchus* tiende a ser cada vez menor a medida que el animal crece hasta un límite de unos 150 mm o más, pero inferior a los 200 mm. A partir de este momento y de una forma brusca aumenta de tamaño y permanece hasta el fin del desarrollo manteniendo un crecimiento prácticamente isométrico con respecto al cuerpo. En el estudio anteriormente citado (BAS, 1963) puede verse que el espacio comprendido entre las dos cuencas orbitarias aumenta en los animales de mayor talla más a prisa que la longitud de la cabeza con lo que ésta no sólo se hace con la edad más grande, sino que se vuelve más amplia. Quizá sería interesante analizar esta evolución respecto al tamaño de los ojos. Por otra parte son muy abundantes los peces abisales que se caracterizan por tener la cabeza sensiblemente desarrollada en relación con el tamaño del cuerpo, manifestándose sólo en las primeras edades de la vida, la tendencia, tan general en todos los seres vivos, de disminuir progresivamente la relación entre la cabeza y el tamaño general del cuerpo.

A diferencia de lo que se ha indicado para muchas de las especies, en esta que se examina, las relaciones que ligan el desarrollo de la distancia predorsal, L_6, con la longitud total son muy parecidas a las de la cabeza. Esto se debe a que el inicio de esta aleta, o sea la implantación del primer radio de la misma, se encuentra prácticamente a la misma altura que el final del opérculo. Como por otra parte la cabeza es de considerable tamaño, en estos animales toda la zona queda bajo el influjo morfogenético que se encuentra radicado en la misma. La disposición de las gráficas y los índices de regresión encontrados son parecidos a los anteriormente señalados : 0,770 para el primer período y 0,999, algo superior, en el segundo período.

Finalmente, la anchura que se ha medido en las cercanías de la región cefálica muestra asimismo una variación en su crecimiento, aunque los resultados son poco seguros en gran parte por la dispersión de los puntos que sirven para la confección de la gráfica, cosa que si es común en esta

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

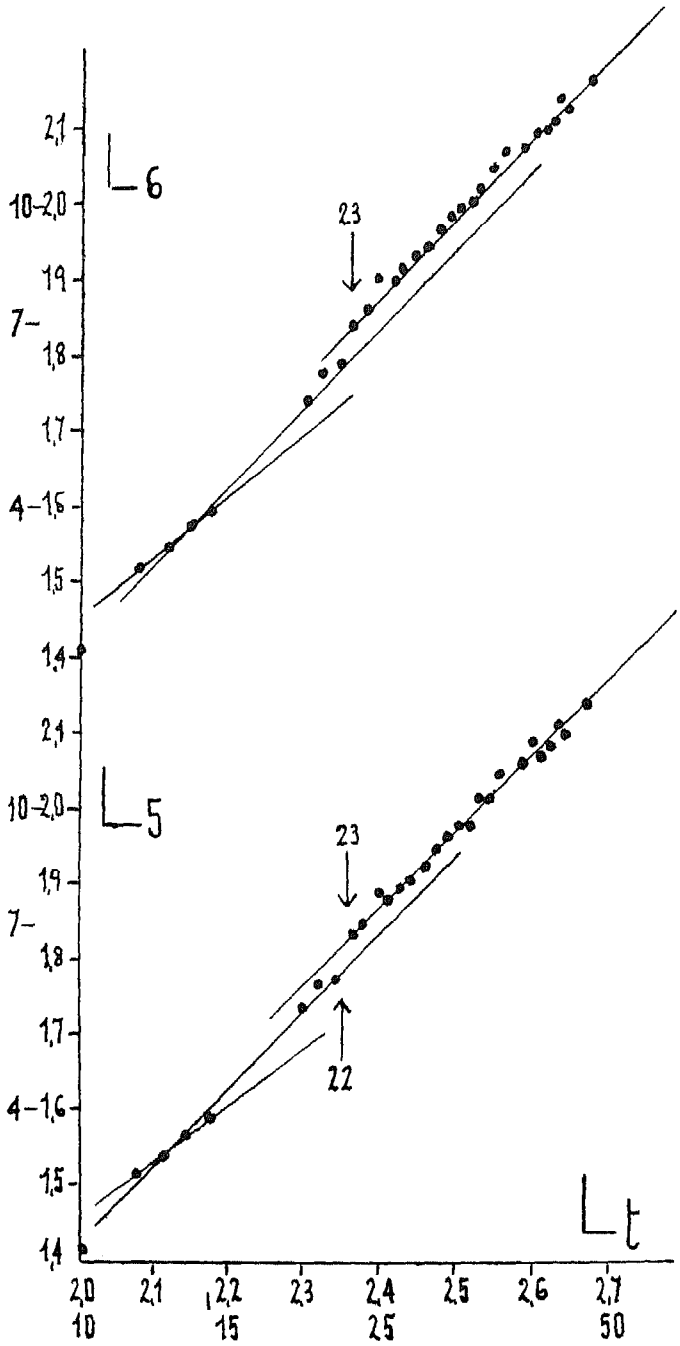

FIG. 21. — Relación entre la longitud total, L_t, la longitud cefálica, L_s, y la distancia a la primera dorsal, L_o, en *Trachirhyncus scabrus*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

medida por su misma naturaleza, aquí todavía lo es más por la escasez y desigualdad de las frecuencias de talla estudiadas.

Siguiendo un criterio más bien gráfico se ha desdoblado la totalidad de la relación entre la talla y la anchura en dos partes a nivel de los 230-240 mm de talla total. El primer período se caracteriza por un índice de regresión de valor algo inferior a la unidad 0,927, que seguramente hubiera sido inferior de haber prescindido de los valores correspondientes a 200, 210, 220 y 230 mm de talla total. Estos valores han sido en su mayor parte omitidos en el cálculo de las relaciones anteriores. El segundo período se caracteriza por un índice de regresión más elevado, 1,177, de acuerdo con el desarrollo de la anchura en la mayoría de las

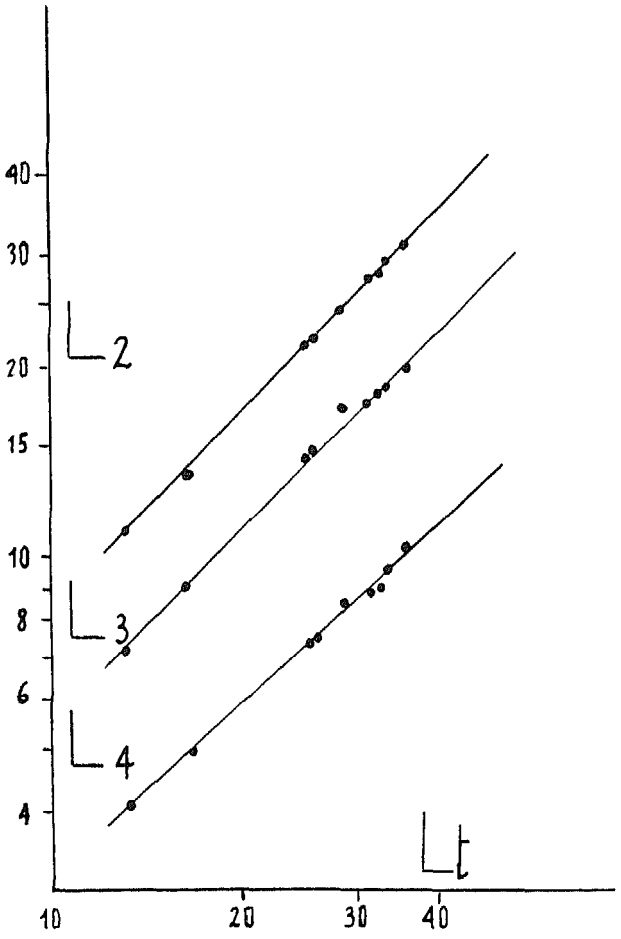

FIG. 22. — Relación entre la longitud total, L_t, la longitud zoológica, L_2, la distancia preanal, L_3, y la distancia a la base de las pectorales, L_4, en *Alepocephalus rostratus*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

especies marinas. A diferencia de las demás especies estudiadas, la anchura muestra en este último período bastante uniformidad, cosa que no es común, pues en la anchura se manifiestan los cambios debidos, por ejemplo, a los ciclos sexuales. Aquí seguramente esto se debe a que el animal está rodeado por una cubierta rígida formada por la piel, ya de por sí consistente, en la que se encuentran dentículos que todavía aumentan su rigidez. Por estas circunstancias el animal es poco deformable y las variaciones se manifiestan menos de lo que es corriente en esta parte del cuerpo.

Se observa que en la parte anterior del cuerpo es donde se manifiestan prácticamente la totalidad de las variaciones en la forma que se presentan en estos animales. Su estructura rígida deja percibir menos posibles cambios de origen estrictamente temporal. Entre 150 y 230 mm de talla total se manifiesta un cambio brusco que posiblemente se deba a una variación en el ambiente en que se encuentran estos animales; quizá cambios en profundidad. Estos cambios van acompañados en la distancia cefálica, predorsal y en la anchura máxima de un progresivo aumento del crecimiento relativo que por lo regular, a excepción de la anchura máxima, se estanca en la isometría. La adaptación al medio tiene varias manifestaciones, pero una de ellas es precisamente esta tendencia a la isometría entre las diferentes partes de un organismo en desarrollo. Esta tendencia se manifiesta de manera patente en la fase adulta de estos peces.

La segunda de las especies de profundidad estudiadas es *Alepocephalus rostratus*, del cual solamente se han podido medir un número redu-

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

TABLA X

Resumen de los coeficientes y valores ob ervados para los diferentes períodos del crecimiento relativo de *Trachyrhynchus scabrus*.

Medida considerada	Talla total, L_t en mm	Índice de regresión k	Índice de correlación p	Ángulo observado	Ángulo deducido de k	Número de ejemplares
L_3	100-150	1,024	0,982	45° 45′	45° 42′	16
	230-470	1,041	0,993	46° 15′	46° 10′	112
L_5	100-150	0,770	0,892	37°	37° 36′	15
	230-470	0,959	0,994	45° 30′	43° 48′	113
L_6	100-150	0,770	0,880	39°	37° 36′	15
	230-470	0,999	0,994	46° 15′	44° 58′	113
L_h	100-230	0,927	0,992	40° 30′	42° 50′	21
	240-470	1,177	1,—	50° 30′	49° 40′	109

cido de ejemplares, nueve en total. En estas condiciones, simplemente se han colocado los valores correspondientes sobre papel logarítmico deduciendo los valores de k o de regresión por transformación de la pendiente de las líneas obtenidas.

El examen de las gráficas correspondientes a las medidas L_2, L_3, L_4, L_5, L_6 y L_h muestra una gran uniformidad, destacando solamente la cabeza, que muestra una discontinuidad y la mayor dispersión de los datos de la anchura máxima como ya es corriente en todas las especies. Como en la especie anterior, los valores hallados son muy próximos a la unidad, mostrando, por lo mismo, una tendencia a la isometría muy considerable. La cabeza, por el contrario, se separa de esta norma a partir de valores relativamente altos. A los 250 mm de talla total la longitud cefálica adquiere un ritmo de desarrollo considerablemente más rápido, pues mientras en el primer período la relación está representada por una regresión de valor 0,869, en la segunda fase es bastante superior a la unidad, 1,235. Parece, por tanto, a semejanza de lo indicado para la especie anterior, que estos animales muestran una decidida tendencia a incrementar el tamaño de la cabeza en la fase adulta de su ciclo vital. En el mismo trabajo citado más arriba (BAS, 1963) se puede observar un paralelismo entre el crecimiento de la cabeza y el del diámetro de los globos oculares, referidas ambas medidas a la distancia preanal. Los resultados son aplicables en este caso porque la relación entre L_3 y la longitud total es prácticamente la unidad —1,008—, o sea que son prácticamente intercambiables. La tendencia de los animales abisales a tener los ojos de gran tamaño podría ser un motivo relacionado con la tendencia a tener una cabeza progresivamente mayor en los ejemplares adultos. Esta tendencia se muestra más acentuada en *Alepocephalus* que en *Trachyrhynchus*. Sería importante estudiar este mismo fenómeno en especies de fondo que se caracterizan por tener los ojos pequeños o casi atróficos como por ejemplo en *Batypterois dubius*, así como extender estas observaciones a otros animales de profundidad. Este crecimiento rápido de la cabeza en las tallas superiores contrasta con la alometría negativa que permanentemente muestra la inserción de las aletas escapulares. El índice de regresión deducido parece ser del mismo tipo que el que rige el crecimiento de la cabeza en el primer período : 0,908 y 0,869 respectivamente. Ello parece que apoya aún más el hecho de que el rápido crecimiento general de la cabeza en las tallas superiores se debe a una influencia extraña al crecimiento general y muy probablemente, por lo que se ha dicho más arriba, a causa del incremento del tamaño de los ojos en relación con las particularidades vitales de estos animales que viven en un lugar donde es preciso aprovechar las menores emanaciones luminosas.

Otra característica notable de estos animales, como de la especie anterior, es su poca tendencia al aumento de la anchura respecto a la longitud que es tan manifiesta en otras especies. Solamente en *Ammodytes cice-*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

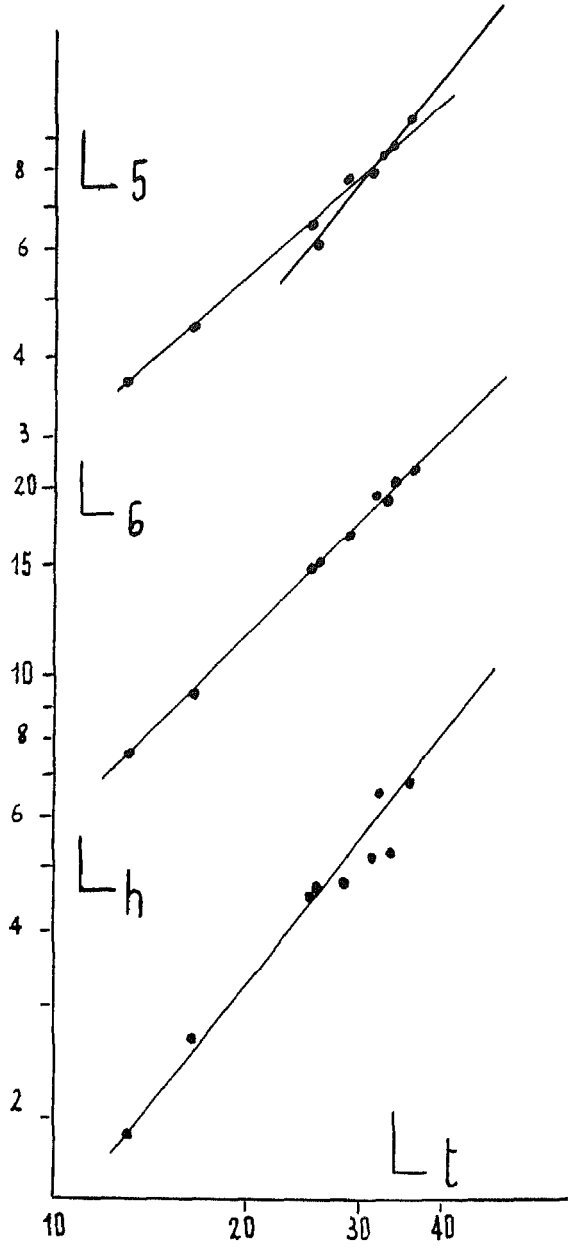

FIG. 23. — Relación entre la longitud total, L_t, la longitud cefálica, L_5, la distancia a la primera dorsal, L_6, y la anchura, L_h, en *Alepocephalus rostratus*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

rellus el crecimiento en anchura es inferior en las tallas adultas a las especies de profundidad que acabamos de estudiar. En todas las otras especies es bastante superior: 1,4 para *Phycis blennioides*, 1,384 para *Merluccius merluccius*, 1,307 para *Merlangus putassou*, mientras en *Alepocephalus* es sólo de 1,257. Aunque los datos se muestran en grupos, no es posible deducir de ello ninguna consecuencia que haga referencia a posibles variaciones en el desarrollo de la relación entre la anchura máxima y la longitud total.

A continuación se exponen los datos obtenidos de los ejemplares estudiados.

TABLA XI

Medidas de diferentes partes del cuerpo en *Alepocephalus rostratus*.

L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_h	FECHA CAPTURA
360	310	200	103	95	210	67	11-IV-58
324	280	182	90	83	188	48	11-IV-58
130	110	72	41	37	75	19	11-IV-58
335	292	188	95	86	200	52	9-V-58
316	275	177	87	78	190	51	9-V-58
285	246	172	85	76	165	47	20-V-58
257	220	148	75	60	150	46	20-V-58
252	217	146	74	65	149	45	20-V-58
168	135	90	50	45	93	27	20-V-58

En el examen efectuado por BOUGIS y RUIVO, de 20 ejemplares de *Bathypterois dubius* Vaillant, la relación entre la cabeza y la longitud del animal, sin contar la cola —L_2—, es prácticamente isométrica y por otro lado la relación entre el tamaño del ojo y la longitud de la cabeza también lo es. En este caso, aun tratándose de un pez de grandes profundidades, no se presenta el aumento proporcional de la cabeza señalado para *Trachyrhynchus* y *Alepocephalus* y correlativamente falta la tendencia señalada para estas dos especies a aumentar el tamaño de los ojos a lo largo del ciclo vital. Así podría apoyarse el razonamiento hecho en las líneas que anteceden para explicar la tendencia de la cabeza de estos peces a aumentar progresivamente de tamaño respecto al cuerpo como ligada al desarrollo progresivo de los glóbulos oculares, cosa que al no presentarse en *Bathypterois* permite que la cabeza siga su curso normal como en la mayoría de los restantes peces.

SCYLLIORHINUS CANICULA

Todos los animales marinos estudiados hasta el presente en este trabajo pertenecen a grupos de peces óseos y más aún se caracterizan por un modo de vida particular, epecialmente por la costumbre de formar

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

cardúmenes más o menos importantes. Estas agrupaciones se comportan, al menos en ciertos momentos de la vida y desde algunos puntos de vista, como entidades coherentes y autónomas, a las que pueden aplicarse algunas de las propiedades de los entes vitales. La especie que se estudia en

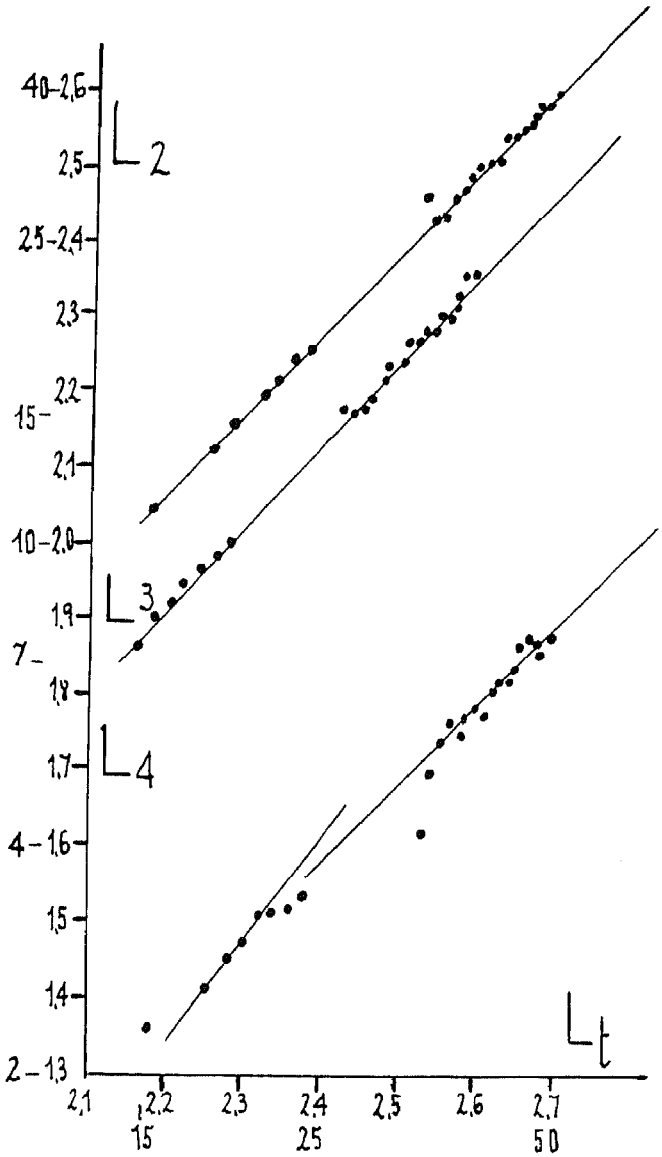

FIG. 24. — Relación entre la longitud total, L_t, la longitud zoológica, L_2, la distancia preanal, L_3, y la distancia a la base de las pectorales, L_4, en *Scyliorhinus canicula*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

estas líneas es diferentes de las anteriores en los dos aspectos que se han comentado ; en primer lugar se caracteriza por su estructura cartilaginosa lo que implica una antigüedad mucho mayor en el orden filogenético y en segundo lugar son animales de vida más solitaria y de costumbres diferentes, cuyo comportamiento no presupone la formación de grupos coherentes, al menos en ciertos momentos de la existencia como por ejemplo el momento de la reproducción. Todos estos detalles nos han parecido de interés y quizá valga la pena de comparar algunos datos del crecimiento de estas especies con los encontrados para otras.

Las medidas tomadas han sido varias, pero aquí se han escogido únicamente las que pueden servir de punto de comparación con las de los demás peces estudiados. El número de ejemplares examinados también resulta menor que los estudiados en otras especies ; en total unos 150 ejemplares. Téngase en cuenta, por otra parte, que la posibilidad de encontrar en número suficiente ejemplares de la misma especie en esta clase de animales es muy remota, lo que dificulta la recolección de suficiente número de ellos para reunir una cantidad suficiente. Sin embargo, alguna idea nos suministrarán los ejemplares estudiados. Las tallas varían entre los 150 y los 500 mm, con la particularidad de que faltan las de 250 hasta 330 mm, ambas inclusive. Los grupos de talla más abundante se refieren a las superiores, a las últimamente señaladas.

Las medidas en esta especie han tenido que tomarse en algunas ocasiones siguiendo criterios un tanto diferentes a los señalados en otros casos. Así, por ejemplo, no se puede medir la longitud total de la cabeza utilizando como punto de referencia el lóbulo más posterior del opérculo por no ser fácilmente visible en los elasmobranquios. En su lugar se ha utilizado la última hendidura branquial que corresponde al último arco del mismo nombre y que paralelamente quedaría cubierto en los peces con opérculo por la porción más posterior de esta pieza. Algo parecido, aunque de distinto valor, tiene lugar en la medición de la L_2 que aquí difícilmente podría referirse al pedúnculo caudal que ha tenido que ser sustituido por el punto que marca el inicio del arranque del primer lóbulo de la aleta caudal.

La distancia al entronque de la cola L_2, ha sido tomada, en esta especie, desde la punta del hocico hasta el sitio donde se inicia la formación del lóbulo caudal inferior. Este punto debe ser tomado como una referencia ya que en realidad no coincide con el punto donde termina la columna vertebral, que es el que realmente se mide en otras especies. La gráfica muestra una distribución uniforme de los diferentes valores, sin que pueda señalarse en ella ningún punto de discontinuidad. El valor encontrado para el índice de regresión es de 1,085 y el coeficiente de correlación 0,997. La pendiente angular observada es de 46° 30′ y la que se deduce del valor del índice es realmente muy parecida, igual a 47° 21′. En conjunto se muestra una ligera alometría positiva que supondría, en

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

su caso, una tendencia a disminuir la longitud total del apéndice caudal. Esta disminución, caso de corresponderse con la realidad, debe de ser muy poco acusada.

Efectuada una separación en dos grupos de los datos disponibles, la primera parte hasta los 240 mm y la segunda desde los 340 mm, se observa que en el primer período el coeficiente de regresión es igual a la unidad y en el segundo ligeramente negativo e igual a 0,975. Las diferencias son tan poco importantes que habida cuenta del número más bien escaso de ejemplares, creemos más oportuno, por el momento, quedarnos con el dato global, indicando, acaso, tan solamente, que la alometría positiva que en pequeño grado había sido advertida debe ser prácticamente desechada y acaso sustituida por un ligero cambio hacia valores negativos en la parte correspondiente a los valores más elevados.

Algo parecido a lo que se acaba de indicar se presenta en la distancia a la base de la primera aleta anal, o sea donde se encuentra el ano. El conjunto de los datos suministra un índice de regresión superior a la unidad y por tanto de valor significativamente positivo e igual a 1,075. Paralelamente el índice de correlación es igual a la unidad y la pendiente de la gráfica que se muestra en la figura, es igual a 47° valor que prácticamente coincide con el que se deduce del valor del índice de regresión que es igual a 47° 12'. También aquí se observa una disminución en el valor de la regresión si la serie de datos se divide como antes en dos porciones. Hasta 240 mm la regresión es francamente positiva con un valor de 1,1, mientras que a partir de los 340 mm el valor disminuye tendiendo a ser negativo 0,976. Parece como si en los ejemplares mayores de 340 mm, tanto la extremidad caudal como la parte que resta de la cavidad visceral hacia la cola tendieran aumentar aunque sea de forma muy suave. No creo tener suficientes elementos de juicio para relacionar este ligerísimo, pero al parecer progresivo aumento de la parte posterior, con el poder natatorio y el importante papel que en la natación y cambios de lugar desempeña la parte posterior del animal considerablemente musculosa.

La inserción de las aletas escapulares muestra grandes variaciones en la relación de su crecimiento con la talla total. Cabe señalar en primer término que los puntos de la gráfica se disponen de forma un tanto irregular dando lugar a una difícil interpretación de la misma, o sea a su ajuste. En segundo lugar la separación de la gráfica en varios tramos también se muestra muy insegura. Aquí simplemente se analizarán con el mayor cuidado posible las diferentes posibilidades que se ofrecen a nuestra consideración partiendo de los datos que tenemos disponibles. Considerándolos como si formasen un todo homogéneo se obtiene un valor de regresión ligeramente superior a la unidad que concuerda con los valores señalados para las dos medidas anteriormente estudiadas. Dicho valor es igual a 1,024 y el coeficiente de correlación es bueno e igual a 0,996. La pendiente de la recta es igual 46° y el valor angular deducido

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

del coeficiente de regresión resulta igual a 45° 42′ muy similar al anterior. El crecimiento, por tanto, puede considerarse isogónico y acaso con una ligera tendencia al desarrollo positivo del mismo. Si consideramos aisladamente la primera parte de los datos señalados, o sea siguiendo lo que se ha hecho anteriormente hasta los 240 mm, el coeficiente de regresión es parecido al anterior, sólo que muestra una ligera tendencia a la

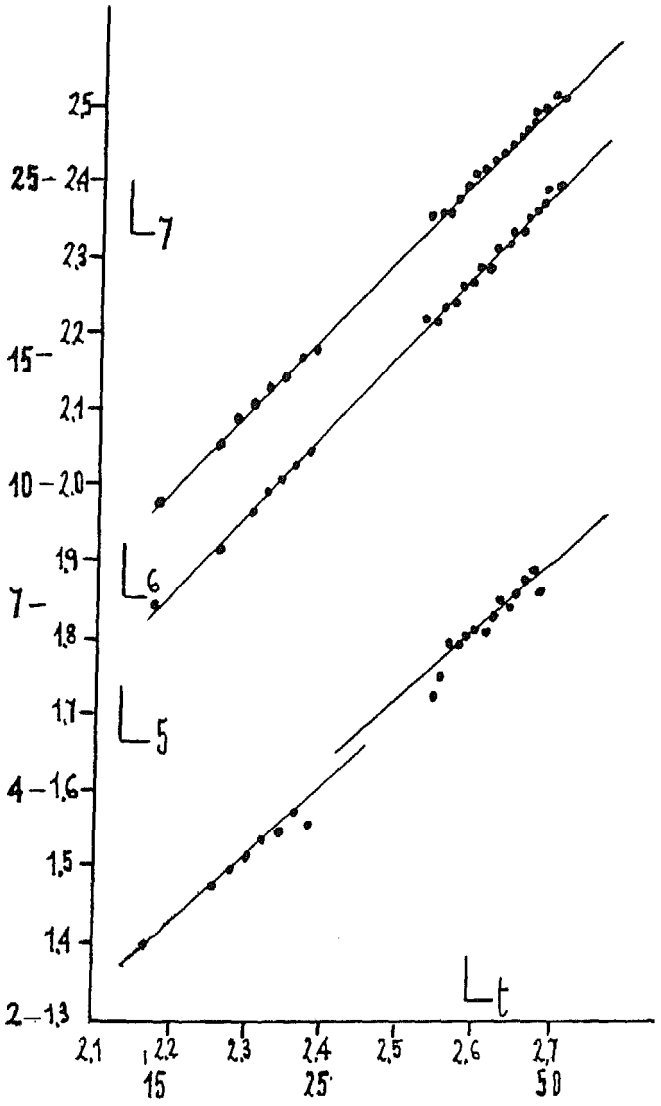

FIG. 25. — Relación entre la longitud total, L_t, la longitud cefálica, L_5, y la distancia a las dos aletas dorsales, L_6 y L_7, en *Scyliorhinus canicula*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

alometría de signo negativo, igual a 0,926, lo que implica una disminución de la pendiente angular que pasa a ser de 42° 48'. Pero si, independientemente del conjunto, utilizamos los valores de L_4 que se muestran de manera, al parecer, más uniforme, que son los que se disponen desde 180 mm hasta los 210 mm, se verá que la gráfica tiene una expresión totalmente diferente, ya que el índice de regresión en este caso sube considerablemente llegando a alcanzar l valor de 1,439. El ángulo observado en la gráfica es de 53° 75' y el deducido de 55° 12'. Aquí es difícil inclinarse por una u otra de las dos interpretaciones porque dándole la segunda de las versiones apuntadas resultaría que durante el primer período de la vida de los ejemplares de esta especie las aletas pélvicas tendrían una gran tendencia a dirigirse hacia la parte posterior del cuerpo.

De la misma manera, en la segunda porción de la serie de datos se encuentra un caso parecido, aunque en realidad de signo contrario. La consideración de la totalidad de los datos en esta segunda parte nos da como resultado la obtención de un valor de regresión también muy alto 1,5, sin embargo, si prescindimos de algunos de los valores de L_4 inferiores de esta segunda parte que se sitúan muy por debajo de los restantes, la gráfica se muestra más en concordancia con las líneas generales anteriormente anunciadas. En tal caso el valor del índice de regresión sería simplemente algo superior a la unidad y del orden del que se asigna a la totalidad de los datos. Resumiendo las consideraciones expuestas resulta que, o bien estos animales en lo que se refiere al crecimiento alométrico de esta parte del cuerpo, se muestran prácticamente isométricos o ligerísimamente positivo o bien aparece un salto considerable entre los 210 y 360 mm que, si bien de forma mucho menos acusada, también se ha podido señalar en las medidas anteriormente consideradas.

La cabeza, cuya medición ha sido realizada mediante técnica un tanto diferente de la que suele emplearse, por razones que ya se han expuesto anteriormente, muestra variaciones bastante paralelas a las que acabamos de señalar para las aletas escapulares. Una diferencia se presenta, no obstante, desde el primer momento y es que en las restantes medidas estudiadas hasta aquí el índice de regresión considerando la totalidad de los datos, se mostraba prácticamente igual a uno, pero con ligera tendencia positiva ; aquí se presenta también muy cercano a la unidad, pero con una pequeña tendencia a los valores negativos. En este caso k es igual a 0,985. El coeficiente de correlación es inferior al que estamos acostumbrados a ver en los demás casos e igual a 0,864. La pendiente angular sólo se ha determinado para las fracciones que se estudiarán seguidamente. En efecto, descomponiendo el conjunto de los datos en dos series, en la primera parte el coeficiente de regresión es igual a 0,837 y el de correlación 0,980 más conforme que el anterior. La pendiente angular deducida de estos datos es igual a 39° 57' más inclinada que la que se encuentra en la gráfica adjunta en donde se le asigna un valor de 42° 30'.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Ello es debido a haber eliminado, como en el caso anterior, los últimos valores de la serie que estudiamos, o sea desde 220 hasta 240 mm que se muestran un tanto alejados de la dirección que nos ha parecido más normal en la gráfica o simplemente que mejor reflejaba la realidad. En la segunda porción de datos, a partir de los 340 mm, el coeficiente de regresión es algo superior e igual a 0,963; si se eliminan los valores iniciales más bajos nos encontramos de nuevo con valores angulares iguales a 42° 30', o sea simplemente paralela a la anterior. El valor que corresponde para k a un ángulo como el que se cita, 42° 30', es de 0,916. Esta tónica en la interpretación de los datos y ajuste de curvas nos indicaría que entre los dos períodos existe un salto considerable, aunque de menor amplitud, parecido a lo que se ha indicado en el estudio del crecimiento relativo de las aletas escapulares. Téngase presente que, a pesar de la naturaleza muy regular del desarrollo de las partes de esta especie, se trata de la parte anterior del cuerpo del animal en la que se manifiesta, como se ha visto en las demás especies estudiadas, la máxima variabilidad. La naturaleza violenta y en escalera del cambio en el crecimiento relativo en las dos partes que estamos considerando, cabeza y aletas escapulares, nos induce a pensar, comparando con otras especies, que se trata de un cambio en el ambiente o en la manera de vivir de estos animales, más que de una influencia endógena de tipo reproductor, como se manifiesta en otros casos.

La situación de la aleta dorsal más delantera se halla en la parte central del cuerpo o algo retrasada. No es de extrañar, por tanto, que en esta línea de regresión no se observen cambios bruscos, lo cual junto con la tendencia a la isometría que caracteriza, al parecer, a esta especie hace que la gráfica que representa a esta medida se encuentre definida por una ecuación con coeficiente prácticamente igual a la unidad. En efecto, el coeficiente de regresión que se obtiene considerando en conjunto los datos obtenidos es igual a 1,080 y el coeficiente de correlación entre ambas medidas es prácticamente igual a la unidad, 0,998. La pendiente de la gráfica es de 47° 30' y la deducida del valor del coeficiente es de 47° 12', sin discrepancia que valga la pena de considerar.

La situación de la segunda dorsal, L_7, es bastante más posterior y la distancia que separa ambas aletas dorsales es carácter utilizado por LOZANO, para separar la especie *Scylliorhinus canicula* de *S. stellaris*, que también se encuentra, aunque no con tanta abundancia, en nuestro litoral. Considera dicho autor que la distancia que separa las bases de ambas dorsales es en *S. canicula* mayor que la base de la anal y en *S. stellaris* igual o menor. Ahora bien, el crecimiento relativo de la distancia que media entre el hocico y la parte anterior de la base de esta aleta es de signo francamente positivo, $k = 1{,}124$. La gráfica muestra una regularidad extremada de tal forma que el crecimiento de esta parte debe considerarse que se realiza de manera uniforme. De ello resulta que compa-

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

rando esta medida con la anterior, L_6, la distancia que media entre la parte anterior de ambas aletas dorsales va haciéndose cada vez mayor, incrementando paulatinamente este carácter diferencial al menos por lo que a la separación hace referencia. Claro está que para mayor detalle será preciso comparar esta variación con la que experimentan la base de la primera anal y la de la primera dorsal, etc., cosa que se hará en un estudio posterior sobre esta misma especie. Los ángulos observados y deducidos son parecidos : 47° y 48° 21′ respectivamente.

Resumiendo : el tipo de crecimiento en *Scylliorhinus canicula* se caracteriza por una tendencia a la isometría en sus diferentes partes ; esta isometría tiende, en general, a la alometría positiva de manera general, aunque si se consideran diferentes períodos en la vida de estos peces se ve que en la primera parte, se manifiesta de forma más o menos patente una ligera tendencia al crecimiento alométrico negativo, que se compensa en la segunda parte del período estudiado. El primer período comprende desde 150 hasta los 240 mm, y el segundo desde 340 hasta

TABLA XII

Resumen de los coeficientes y valores obtenidos para los diferentes períodos del crecimientorelativo de *Scylliorhinus canicula*.

Medida considerada	Talla total, L_t en mm	Índice de regresión k	Índice de correlación p	Ángulo observado	Ángulo deducido de k	Número de ejemplares
L_2	150-500	1,085	0,997	46° 30′	47° 21′	154
L_3	150-500	1,075	1,—	47°	47° 12′	153
L_4	150-500	1,024	0,996	46°	45° 42′	153
L_5	150-240	0,837	0,980	42° 30′	39° 57′	36
	340-500	0,963	0,951	42° 30′	43° 56′	87
L_6	150-500	1,080	0,998	47° 30′	47° 12′	153
L_7	150-500	1,124	0,994	47°	48° 21′	153

los 500 mm, talla que corresponde a los ejemplares de mayor tamaño que se han medido. Esta variación, que en muchas de las medidas es apenas perceptible, y quizá más corresponde al campo de lo imaginativo o al menos deductivo, se hace bien patente en las medidas correspondientes a la distancia escapular y a la longitud cefálica. En ellas se presenta un salto brusco entre los 240 y los 340 mm aproximadamente. Este salto queda mal definido por la falta de ejemplares en las tallas intermedias y, además, por la escasez de los mismos en las frecuencias de talla

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

limítrofes. La naturaleza de este cambio en el tipo de crecimiento alométrico es difícil de diagnosticar, aunque, por la forma de la gráfica y comparando con lo que aparece en otros peces examinados en este mismo esquema, parece se trata de manera primordial de cambios de naturaleza ecológica, o sin querer puntualizar, influenciados por el ambiente.

A lo largo del cuerpo se manifiesta un gradiente positivo que alcanza su valor máximo en la región comprendida entre el ano y el inicio de la segunda aleta dorsal. Hacia la cola se aminora algo. En una segunda fase la cabeza aumenta de valor y por el contrario la región anal se muestra más bien deficitaria. El resto de los puntos examinados permanecen prácticamente invariables. La parte dorsal es la que manifiesta la mayor estabilidad, caracterizándose el conjunto por una tendencia al incremento de la parte muscular caudal, quizá como ya se indica más arriba, a fin de favorecer la mayor capacidad natatoria de estos animales.

SCOMBER SCOMBRUS

Entre los peces de vida pelágica que frecuentan estas costas y en ocasiones formando cardúmenes excepcionalmente grandes se encuentra la caballa *Scomber scombrus*. Aunque realmente está considerada como un pez de costumbres pelágicas es preciso señalar que una parte no despreciable del año, prácticamente desde agosto hasta enero, lo pasa en el fondo preparándose para la reproducción. En otras especies, como por ejemplo en la misma sardina, se da un fenómeno parecido, aunque es preciso señalar, que no se presenta con la claridad que muestra en la caballa. Precisamente en esta especie la alternancia de *habitats* tan diferentes es de esperar influya no poco en las variaciones del desarrollo. Para el estudio de las medidas que se utilizan en este trabajo para ilustrar las variaciones morfológicas nos hemos servido de un trabajo anteriormente publicado por BAS a fin de que los resultados obtenidos puedan servir de elemento de comparación con los que se indican para las otras especies.

L_2, la distancia hasta el nacimiento de la aleta caudal, muestra tres períodos bastante ostensibles: el primero de ellos se extiende desde los ejemplares que miden 50 mm hasta los que miden 120 mm. El índice de regresión tiene un valor de 1,002 con lo que, prácticamente, es igual a la unidad. Es interesante indicar que los animales que corresponden a este período de la vida de la caballa se encuentran en fase pelágica, pero especialmente en las cercanías de la costa como puede fácilmente deducirse de la abundancia de las pescas con artes de litoral y además del hecho de que estos mismos ejemplares presentan en sus estómagos con frecuencia pequeños peces característicos de la fauna costera. La gráfica muestra una pendiente angular igual a 45°, que concuerda exactamente con el valor de la pendiente deducido del índice de regresión, o sea del valor

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

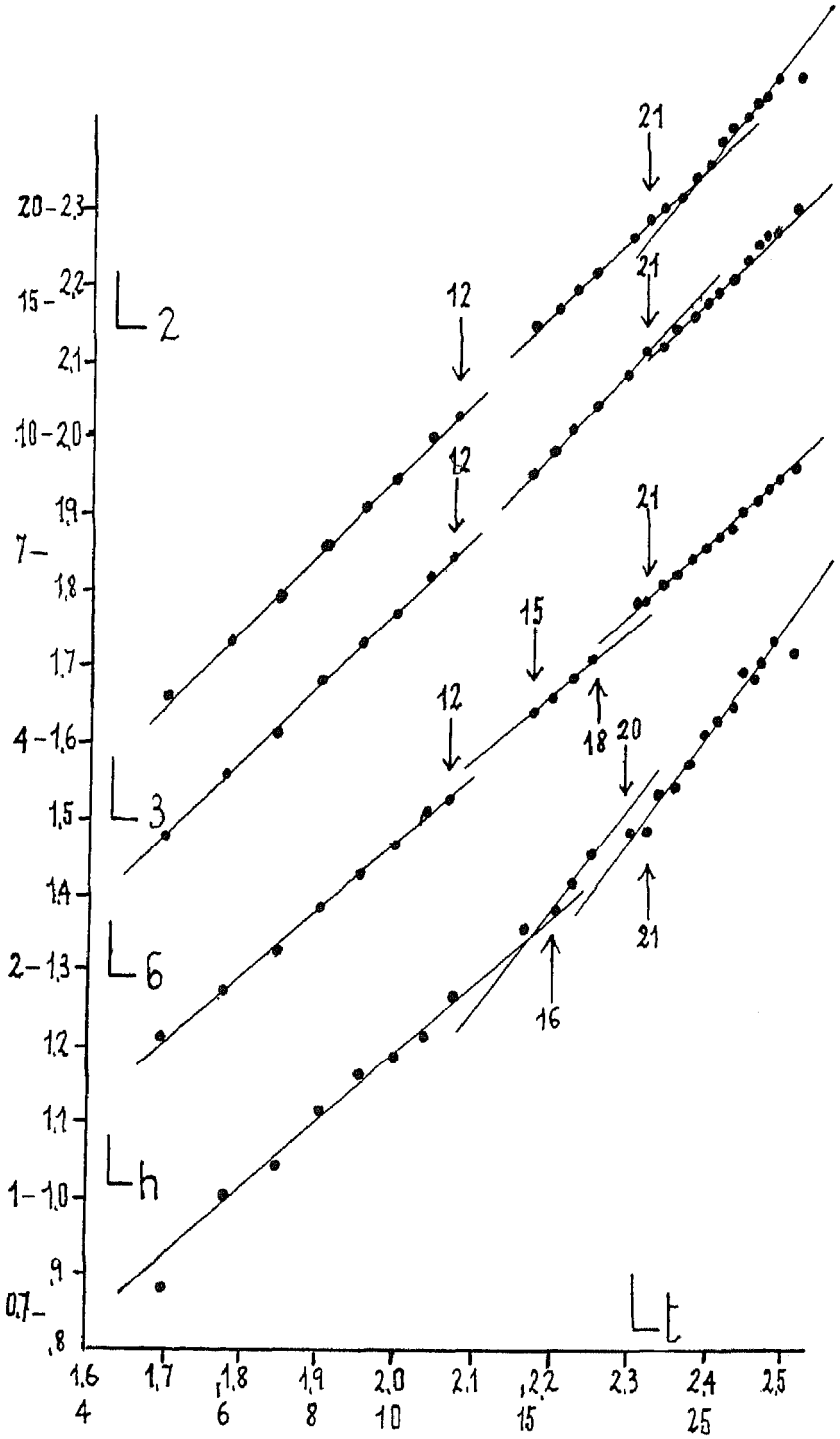

FIG. 26. — Relación entre la longitud total, L_t, la anchura, L_h, la distancia a la primera dorsal, L_6, la distancia preanal, L_3, y la longitud zoológica, L_2, en *Scomber scombrus*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

de k, que nos da 45° 4'. Por tanto, durante este primer período examinado el crecimiento del apéndice caudal es tambiés paralelo al del cuerpo, efectuándose al mismo ritmo que éste. Entre 12 y 15 cm de talla total hay una ausencia de ejemplares, cosa que se explica en el citado trabajo por la dispersión de estos animales cuando se dirigen desde las aguas muy costeras a alta mar. Continúan, no obstante, en gran parte en vida pelágica, si bien pronto emigran hacia el fondo. En esta segunda fase que se extiende desde los 150 hasta los 210 mm, el índice de regresión disminuye y el crecimiento relativo de L_2 pasa a ser sensiblemente negativo con un valor de 0,951. Señalemos aquí que las pendientes angulares —encontradas en la gráfica y deducidas del índice de segresión—, son muy parecidas : 42° 30' y 43° 33' respectivamente, debiéndose considerar la diferencia como imputable a error de medida en la expresión gráfica. Como se indica en otros lugares de este mismo examen en el período que sigue seguramente podrían señalarse variaciones que corresponderían a otras tantas oscilacions ambientales o a ritmos internos, ligados, de seguro, con la reproducción. En conjunto, este tramo se caracteriza por un aumento del índice de regresión que pasa a valer 1,096, o sea , a ser sensiblemente positivo. Esta tendencia al crecimiento positivo del cuerpo respecto a la longitud total, o más concretamente respecto a la aleta caudal, en realidad se descompone, como ya se ha insinuado en las líneas que anteceden, en una serie de fragmentos en cada uno de los cuales el crecimiento puede ser de ritmo inferior, pero situados de forma que se muestran desplazados en su nivel, dando como resultado una gráfica con crecimiento relativo más elevado. En apoyo de estas variaciones que se indican la pendiente angular observada en la gráfica es de 52° 30', mientras que la deducida del valor de k es bastante inferior, 47° 38'.

La inserción de la espina anal experimenta un tipo de crecimiento diferente del que acabamos de indicar. La primera parte de la vida del animal, hasta que éste alcanza los 120 mm, se caracteriza por tener un crecimiento relativo alométricamente negativo, 0,984, con un coeficiente de correlación igual a la unidad. Como en todos los casos la uniformidad en la distribución es la tónica en estos animales. Una ligera variación se presenta en el período siguiente, que se extiende hasta los 210 mm de talla total. El índice de regresión pasa a ser ligeramente positivo, o sea el ano tiende a desplazarse hacia la cola. Esta tendencia se mantiene, aunque algo disminuida durante el resto de la vida de estos animales, como puede comprobarse en la tabla adjunta comparando los índices correspondientes.

La distancia desde el hocico hasta la base de la aleta escapular muestra una serie de variaciones que será útil considerar. Hasta los 150 mm de talla el crecimiento relativo de esta parte del cuerpo es ligeramente inferior a la unidad, 0,929, pero en este momento se manifiesta, de manera algo confusa, una tendencia al aumento del nivel en el crecimiento

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

que pasa a tener un coeficiente de 1,4, considerablemente alto para estas relaciones de crecimiento lineal. Este rápido aumento se ve inmediatamente compensado por una disminución notable del tramo siguiente que llega a valores del orden de 0,605. El número de individuos en cada caso se considera suficientemente alto para dar valor a estas consideraciones. Finalmente, el último tramo desde 240 hasta los 330 mm, muestra un crecimiento alométrico negativo bastante acusado igual a 0,870. Estas variaciones, que no aparecen en las dos medidas anteriormente consideradas, L_3 y L_2, se muestran, sin embargo, con nueva claridad al considerar el desarrollo relativo de la cabeza. La gráfica referente a esta parte del cuerpo señala una serie de saltos que vale la pena de considerar con detalle. Hasta los 120 mm de talla total la cabeza de la caballa muestra un crecimiento alométrico negativo bastante acusado con un valor de k o coeficiente de regresión igual a 0,832. Desde 160 a 210 mm, la relación se invierte y la cabeza crece mucho más a prisa que el cuerpo, $k = 1{,}278$. Igual que en el caso anterior desde 210 hasta 240 mm de talla total, se produce como una compensación de este aumento tan considerable que se había experimentado durante el período inmediatamente anterior. Téngase en cuenta que el tramo correspondiente al período entre 160 y 210 mm corresponde al final del primer año en que las caballas tienen vida bentónica situándose normalmente entre los 80 y los 100 m de profundidad, al tiempo que se preparan para la primera reproducción que tiene lugar en febrero aproximadamente. Por el contrario, durante la primera parte del año su vida se caracteriza por el régimen pelágico formando en ocasiones bancos de considerable amplitud y gran número de individuos. Durante este período del segundo año —animales entre 200 y 240 mm de talla— parece, según se deduce de los resultados que se han obtenido, que la cabeza tiende a tener un menor crecimiento relativo. Algo parecido ocurre en el primer medio año de vida según también puede verse en la gráfica, si bien en este período las transformaciones y los cambios de la vida costera a la vida en alta mar pueden enmascarar algo los resultados.

Por último se ha analizado globalmente el crecimiento relativo de la cabeza desde los 210 mm de talla hasta los individuos más viejos. En conjunto, que comprende el período anterior, muestra un crecimiento relativo negativo, 0,815. Sin embargo, con facilidad pueden apreciarse en la gráfica variaciones que recuerdan las señaladas, aunque en menor escala, para los tres primeros períodos estudiados. BAS, en estudio anterior, hace ya hincapié sobre este particular. Si se observa a qué niveles se producen las variaciones, se ve que corresponden aproximadamente con los períodos anuales y por tanto puede darse a cada una de ellas la misma explicación de cambios debidos a la vida pelágica y bentónica antes señalados o bien a influencias muy marcadas de los ritmos sexuales.

Será útil en este momento comparar, como se ha hecho en otros casos,

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

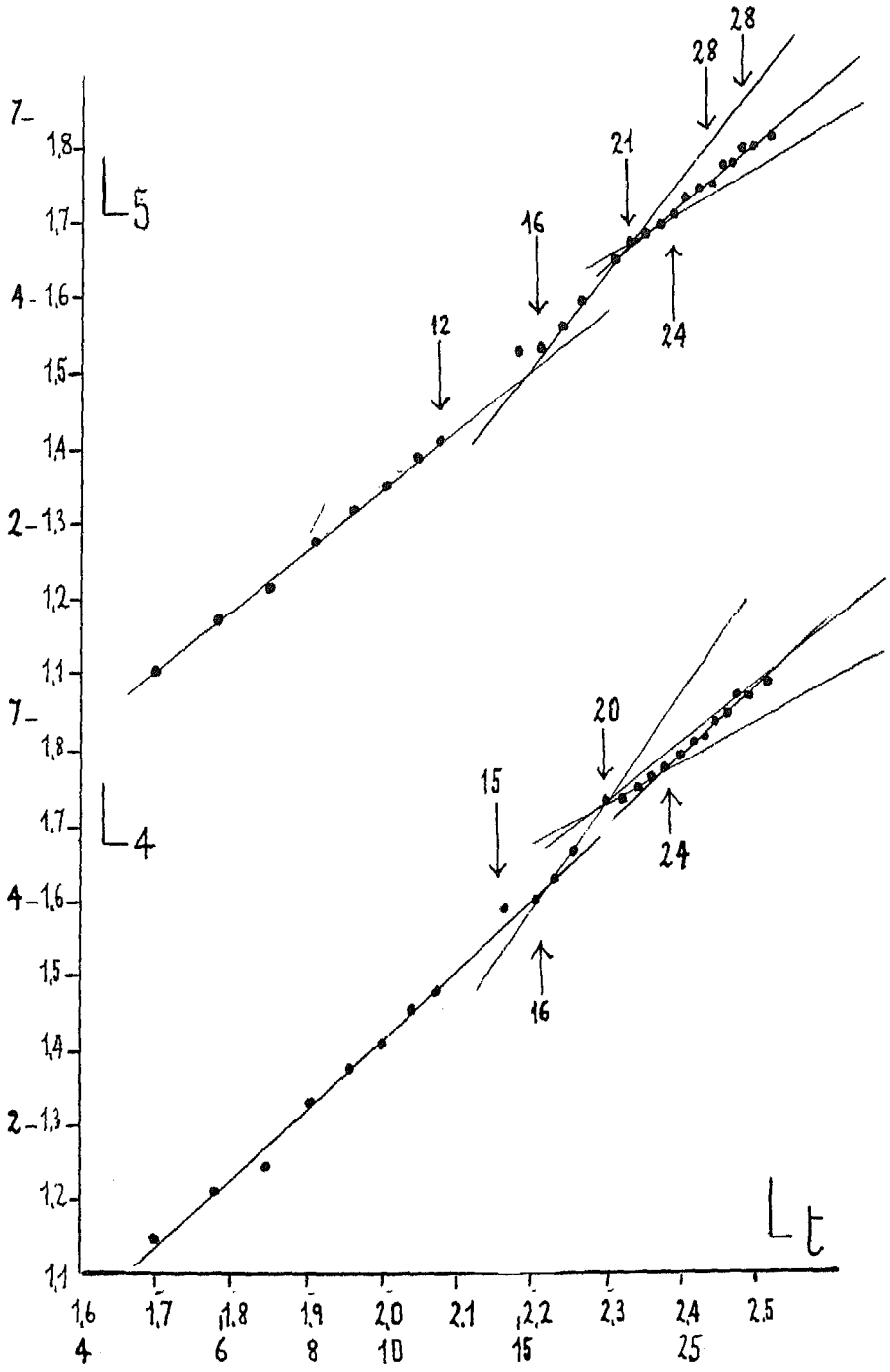

FIG. 27. — Relación entre la longitud total, L_t, la longitud cefálica, L_5, y la distancia a la base de las aletas pectorales, L_4, en *Scomber scombrus*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

la variación del crecimiento de la cabeza y de la espina anal como expresión de la variación en el desarrollo de la cavidad visceral. Hasta los 210 mm las variaciones no parecen tener fácil explicación. A partir de los 210 mm de talla ocurre que, mientras la espina se muestra ligeramente positiva en su crecimiento relativo o simplemente isométrica, la cabeza se nos presenta dotada de un crecimiento realmente negativo, con lo que la cavidad visceral intermedia tendrá un crecimiento bastante positivo, o sea que crece progresivamente a mayor ritmo que la longitud total. Desgraciadamente en este caso no disponemos de datos referentes a la longitud del tubo digestivo como en *Ammodytes cicerellus*, pero quizás este mayor desarrollo de la cavidad visceral esté de acuerdo, por una parte, con el gran tamaño que en cada período reproductor adquieren las gonadas, y por otro con las mayores necesidades alimentarias de estos animales que precisamente en este momento cambian la forma del cuerpo aumentando notablemente la masa cárnea, aumento de grosor, potencia y vitalidad natatoria.

Considerando la situación de la aleta dorsal, en la parte media anterior del cuerpo, resulta de interés comparar su crecimiento con lo que se ha observado en las demás medidas examinadas. En conjunto, el crecimiento de esta parte del cuerpo es negativa. En la primera parte, hasta los 120 mm de talla, el índice de regresión es igual a 0,849, con una gran regularidad tanto expresada por el coeficiente de correlación, igual a 0,999, como entre los ángulos de la gráfica observado y deducido de k, 41° y 40° 21′ respectivamente. A partir de este momento la gráfica muestra un salto, y si bien las condiciones de inclinación angular y el mismo coeficiente de regresión siguen prácticamente iguales, se sitúan a nivel superior. El coeficiente de regresión es 0,865, o sea prácticamente igual al anterior y lo mismo podría decirse de la pendiente de la recta igual a 40° 30′, que no difiere prácticamente de lo observado en el tramo anterior. Esta tónica se mantiene hasta los 180 mm de talla. En este momento se produce otro desplazamiento de la gráfica acompañado de un aumento en el valor del índice alométrico que pasa a ser de 0,928. En resumen: esta medida se caracteriza por la presencia, más que de cambios en el valor de k, o sea en el ritmo de crecimiento, de saltos o crisis que corresponden prácticamente a las variaciones observadas en las medidas anteriores.

La anchura en la caballa presenta unas características muy especiales porque a simple vista resulta perceptible la tendencia al aumento en ciertos momentos de la vida, concretamente al final de su primer año. BAS, en un trabajo anterior sobre esta misma especie, señala una tendencia al alargamiento situada entre 120 y 150 mm de talla, momento en que estos animales emigran de la zona costera a alta mar, lo cual, unido al crecimiento rápido de que están dotados en este momento, hace que se nos presenten más bien como animales de cuerpo alargado. Des-

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

pués, por el contrario, y de acuerdo con las características generales en los escómbridos, el cuerpo tiende a hacerse grueso, lo cual ha de manifestarse forzosamente con un aumento del valor de k correspondiente a esta medida.

Hasta 160 mm de talla total el valor del coeficiente de regresión es, en conjunto, inferior a la unidad e igual a 0,925. Desde este valor hasta los 200 mm el aumento es considerable, a lo que seguramente concurre el aumento de altura por el de volumen de las gonadas en esta fase de la vida de estos animales. El valor observado es de 1,076, y finalmente, a partir de este momento, el período final o de vida adulta se caracteriza, de acuerdo con lo anteriormente señalado, por un mayor aumento de la anchura con un coeficiente de regresión igual a 1,320. Sin embargo, es preciso señalar que la simple inspección de las gráficas nos indica que existe una notable oscilación o dispersión de los puntos; dispersión que, no obstante, no es al azar sino que está de acuerdo con la que hemos señalado para la cabeza en este mismo período, cosa que nos señala variaciones anuales por otra parte perfectamente explicables, sin más que recurrir a las variaciones de la parte ventral por la actividad periódicas de las gonadas.

La caballa presenta a los 120 mm de talla una variación en las relaciones de crecimiento relativo perceptible en las diferentes partes del cuerpo que se han examinado. La naturaleza de esta variación no aparece muy clara al comparar cómo se produce en las diferentes medidas. Es preciso señalar que en este momento las caballas que se encuentran especialmente cerca de la costa formando pequeños cardúmenes, como lo demuestra la facilidad con que se capturan valiéndose de artes pesqueros accionados desde el litoral, emigran a alta mar, en fase que hemos llamado dispersa lo que se aprecia por la escasez de ejemplares en las frecuencias de talla correspondientes a este momento. En realidad lo que sucede es que, no teniendo para la obtención de las muestras otro recurso que la pesca, la disgregación con que se efectúa esta emigración dificulta la captura de los ejemplares y ello repercute en nuestros exámenes por la escasez de ejemplares. Este cambio se produce seguramente debido a una transformación funcional que les obliga a buscar condiciones de mayor estabilidad oceanográfica o bien otro tipo de alimento. El animal es muy alargado y crece con gran rapidez. Desde el mes de agosto a septiembre, con una talla media de 160 mm, los peces emigran al fondo y esto coincide con una variación en el índice de crecimiento que por lo regular tiene signo positivo. Este cambio se manifiesta de manera notable en tres puntos: en la cabeza, en la inserción de la aleta escapular, que se sitúa muy cerca del punto anterior y en la altura máxima. Esto parece indicar que en esta zona existe una especial sensibilidad morfogenética en estos animales. Por el contrario la parte dorsal y la caudal muestran unas variaciones menos acusadas y más difícilmente detectables. Finalmente, el

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

período final estudiado, que corresponde, en términos generales, a la edad adulta, sigue directrices parecidas si bien en la cabeza se caracteriza, como ya se ha indicado, por una tendencia regresiva. Pero lo que aquí queremos señalar, en apoyo de lo dicho anteriormente, es que, mientras en las medidas L_3, L_2 y L_6 se aprecia bastante regularidad, en las restantes se pueden registrar con facilidad los cambios anejos a las variaciones de cada año, no sólo por los descensos a profundidad, sino también, o al mismo tiempo por la influencia de los ciclos sexuales. Por tanto, como se indica también para otras de las especies estudiadas, la región de la parte anterior del tronco, o sea a nivel de la cavidad visceral anterior, es la que sufre cambios mayores y quizá todavía más importante, muestra una mayor sensibilidad para manifestar en forma de alteraciones morfogenéticas, los cambios ya sean internos o externos que el animal experimenta. Parece observarse asimismo que en los períodos de vida

TABLA XIII

Resumen de los coeficientes y valores obtenidos para los diferentes períodos del crecimiento relativo de *Scomber scombrus*.

Medida considerada	Talla total, L_t en mm	Indice de regresión k	Indice de correlación p	Ángulo observado	Ángulo deducido de k	Número de ejemplares
L_2	50-120	1,—	1,—	44° 45′	45°	166
	150-210	0,995	1,—	44°	44° 52′	80
	220-330	1,096	0,988	52° 30′	47° 38′	363
L_3	50-120	0,984	1,—	44°	44° 38′	166
	150-210	1,083	1,—	48° 30′	47° 18′	80
	220-330	1,054	0,993	45° 45′	46° 30′	363
L_4	50-150	0,929	0,996	43°	42° 54′	169
	160-200	1,400	1,—	55°	54° 24′	36
	200-240	0,605	1,—	30°	31° 12′	285
	240-330	0,870	0,992	43°	41° 4′	159
L_5	50-120	0,832	0,998	39° 30′	39° 46′	166
	160-210	1,278	0,999	52°	51° 57′	77
	210-330	0,815	0,993	40° 30′	39° 12′	394
L_6	50-120	0,849	0,999	41°	40° 21′	166
	150-180	0,865	0,997	40° 30′	40° 52′	38
	210-330	0,928	0,996	44°	42° 52′	394
L_h	50-160	0,925	0,993	41° 30′	42° 46′	181
	160-200	1,076	0,983	51° 45′	47° 6′	36
	210-330	1,320	0,980	54° 30′	52° 52′	394

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

pelágica domina el estiramiento sobre los cambios morfogenéticos. Como si los períodos de preparación sexual en que los animales hacen vida bentónica se caracterizarán por reestructuraciones, mientras el crecimiento general se muestra deficiente, y al contrario, terminada la reproducción y otra vez constituidos los grandes cardúmenes pelágicos la abundante nutrición permite dedicar todo el ímpetu vital al crecimiento general del organismo que se manifiesta en un aumento de la longitud del mismo.

La disposición de los gradientes de desarrollo resulta en estos animales algo compleja. La región anal y la posterior poseen una mayor intensidad de desarrollo y estabilidad a lo largo del ciclo vital con escasísimas variaciones. El gradiente se muestra regresivo hacia la región cefálica y la dorsal con la excepción del período intermedio en que la región escapular y la cefálica muestran una mayor actividad, especialmente la primera. Las inversiones en este gradiente se manifiestan más ostensiblemente en la región anterior, de acuerdo con lo que se indica más arriba y en consonancia con los cambios que experimenta el animal.

SARDINA PILCHARDUS

La sardina es una de las especies de vida pelágica que mayor interés ha merecido por parte del hombre, seguramente porque ella y el bacalao son las especies que suministran el mayor tonelaje de las pescas mundiales. El problema de la biología de la sardina ha sido examinado desde ángulos totalmente distintos. Uno de los más apasionantes es el de la separación de posibles poblaciones entre individuos de la misma especie. Los elementos de juicio utilizados han sido varios, especialmente la variación del número de vértebras. Otros elementos como los caracteres merísticos y el desarrollo relativo de sus partes han sido también utilizados a tal fin. Aquí se ha creído interesante aportar algunos elementos de juicio sobre el desarrollo morfológico de esta especie, no sólo como punto de comparación con otras especies, sino también para enjuiciar su posible valor en el sentido anteriormente apuntado.

Se han examinado unos 370 ejemplares en los cuales se han medido las distancias a los siguientes puntos : extremo posterior de la cabeza, espina anal, primera dorsal y anchura.

La distancia del hocico hasta la implantación de la espina anal muestra una gran discontinuidad en la gráfica correspondiente. En realidad se hacen bien aparentes dos alteraciones : la primera se sitúa entre los 100 y los 110 mm y la segunda en los 130 mm. En conjunto, la implantación de la espina anal presenta un crecimiento relativo de signo algo negativo con un valor del coeficiente de regresión igual a 0,925. Si en vez de considerar la gráfica en conjunto se consideran cada uno de sus elementos, se observa que la primera parte de la gráfica se caracteriza por

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

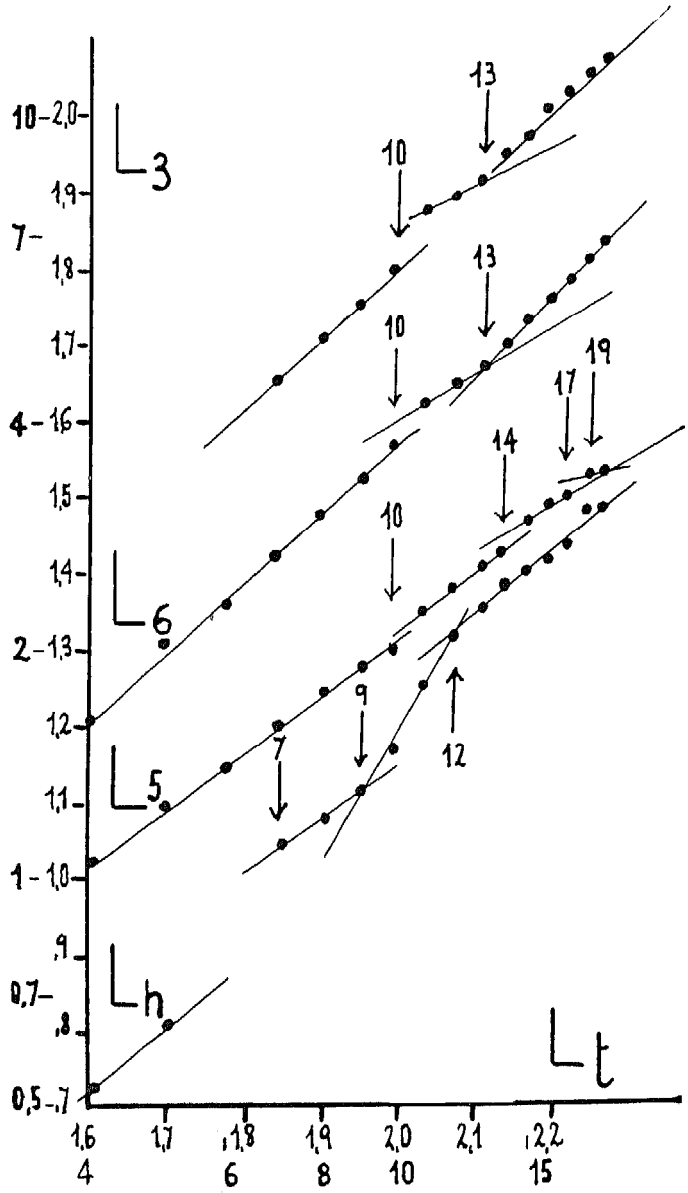

FIG. 28. — Relación entre la longitud total, L_t, la longitud cefálica, L_5, la anchura, L_h, la distancia preanal, L_3, y la distancia a la aleta dorsal, L_6, en *Sardina pilchardus*. Ejemplares procedentes de Blanes (Costa Brava, España).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

un coeficiente de regresión parecido al anterior, 0,922 ; el de correlación es igual a la unidad. El ángulo que aparece en la gráfica es de 41° 45′ y el que le corresponde como deducido de la pendiente de la recta es de 42° 42′, muy parecido al anterior. Al terminar este período se advierte un salto considerable, pues los valores correspondientes de la distancia preanal que se adscriben al grupo de tallas de 110 mm se sitúan mucho más altos que los anteriores. El tramo de gráfica que sigue se caracteriza por una disminución notable del ritmo de crecimiento de esta parte del cuerpo. El coeficiente de regresión es mucho menor, igual a 0,528. Paralelamente a lo observado en el tramo anterior el coeficiente de correlación es también igual a la unidad demostrando con ello el perfecto agrupamiento de los valores estudiados a lo largo de una resta. El ángulo que se observa en la gráfica es de 27° y el que se deduce de k es de 27° 51′. La concordancia es perfecta. A nivel de los 130 mm de talla total la curva de crecimiento relativo experimenta otra inflexión, pero en este caso no va acompañada de desplazamiento alguno. El valor que se encuentra para el coeficiente de regresión es también inferior a la unidad e igual a 0,957, con un coeficiente de correlación también prácticamente igual a la unidad, 0,999. La pendiente de este sector de la gráfica es muy parecido al primero e igual a 43°, siendo el ángulo deducido del índice k igual a 43° 46′. Como se verá posteriormente, al estudiar la variación en el crecimiento relativo de L_6, el salto observado a nivel de 110 mm de talla total puede quedar justificado por el escaso número de ejemplares de la talla antes citada, solamente se citan dos ejemplares, que podrían ser aberrantes a este respecto. De todas formas, el salto permanece y se explica, como veremos más adelante, por razones ambientales que parecen justificarlo.

Se ha podido aprovechar material recogido por FERNANDO DE BUEN, procedente de Vigo y de Isla Cristina (Huelva). De la primera procedencia se han estudiado unos 300 ejemplares y de la segunda 62. Lo primero que llama la atención comparando ambas series de datos es que la relación en el Atlántico es superior al Mediterráneo. Mientras en el Mediterráneo hemos visto que el coeficiente de regresión es algo inferior a la unidad, en Vigo es ligeramente superior a la misma, 1,018 y 1,039 en Isla Cristina. En el valor correspondiente a la talla total de 120 mm, la distancia preanal es inferior al hallado en el Mediterráneo (Costa Brava), pero en las tallas sucesivas se muestra más alto y cada vez con mayor intensidad. En los ejemplares procedentes de Isla Cristina el valor L_3 sobrepasa a los ejemplares de la Costa Brava, tan sólo en las sardinas más viejas. El cambio observado entre 100 y 110 mm en la sardina de nuestras costas parece que también se puede detectar aunque con muchas reservas, dada la distribución de tallas, en las muestras atlánticas. Las sardinas de 90 a 100 mm en el Atlántico parecen estar dotadas de un crecimiento muy lento en lo que se refiere a esta parte del cuerpo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Anotamos aquí, sólo a título provisional, que el ángulo de la recta trazada entre estos dos puntos es del orden de los 21°.

El estudio del crecimiento relativo de la cabeza es del máximo interés, pues al igual que en otras especies deja traslucir cambios que en otras medidas pasarían desapercibidos. Distinguimos una serie de períodos en su crecimiento relativo : primero desde 40 a 100 mm de talla total. El índice de regresión indica que se trata de un período en que la cabeza crece con extraordinaria lentitud respecto al crecimiento general. Su valor es de 0,667. El ángulo observado en la gráfica es de 36° y el deducido del coeficiente anteriormente mencionado es igual a 33° 42′. El coeficiente de correlación es igual a 0,969. En este momento se observa un salto en la gráfica con un cambio en el coeficiente de regresión que es igual 0,721. El de correlación indica una perfecta distribución de los valores. Las pendientes angulares son en este período más concordantes que en el anterior, 36° 30′ y 35° 48′. En la talla de 150 mm se presenta otro salto con nueva disminución del coeficiente de regresión que pasa a valer 0,532 hasta 170 mm de talla total. Finalmente parece que las dos últimas tallas muestran otra disminución del valor del índice, aunque la escasez de los ejemplares y su posición límite impiden realizar pronósticos que la realidad podría desmentir. Sin embargo, al final de este capítulo sobre el crecimiento relativo en la sardina se hacen unas consideraciones al respecto.

Las sardinas que hemos estudiado procedentes de Vigo muestran características totalmente diferentes de las reseñadas en el párrafo anterior. El crecimiento general de la cabeza, sin ser posible distinguir tantos períodos como se ha hecho anteriormente, muestra un signo de ligera alometría positiva para Vigo, $k = 1{,}035$. Para los pocos ejemplares procedentes de Isla Cristina la gráfica general nos da un valor para el coeficiente de regresión todavía más alto y ya francamente positivo, 1,125. Sin embargo, los valores individuales en este último lote muestran excesiva variabilidad para poder darles otro valor que el de pura información. Lo que sí vale la pena de señalar es la coherencia en los tres grupos de la variación señalada cuando las sardinas llegan a la talla de 110 mm.

De lo anteriormente dicho se deduce que la relación que pueda existir entre la sardina estudiada por nosotros en la Costa Brava y la que procede de Isla Cristina es difícil de señalar por la gran cantidad de variaciones que en ambas curvas se observan y el escaso número de ejemplares que proceden de la última localidad. En Vigo, por el contrario, la cosa se muestra con claridad, indicando que la cabeza en los ejemplares de esta región, crece mucho más a prisa que en el Mediterráneo Norte, tendiendo a aumentar a medida que el animal crece, al contrario de lo que se señala en nuestras costas. Lo que se ha encontrado en Vigo llama poderosamente la atención porque está en desacuerdo con lo que señala DESBROSSES, examinando sardinas procedentes de la costa bretona. Los

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

datos de dicho autor están más bien en concordancia con lo señalado por nosotros en nuestro litoral. Finalmente queremos indicar que el tamaño de la cabeza en las sardinas del área de Vigo supera al que muestran las de Isla Cristina.

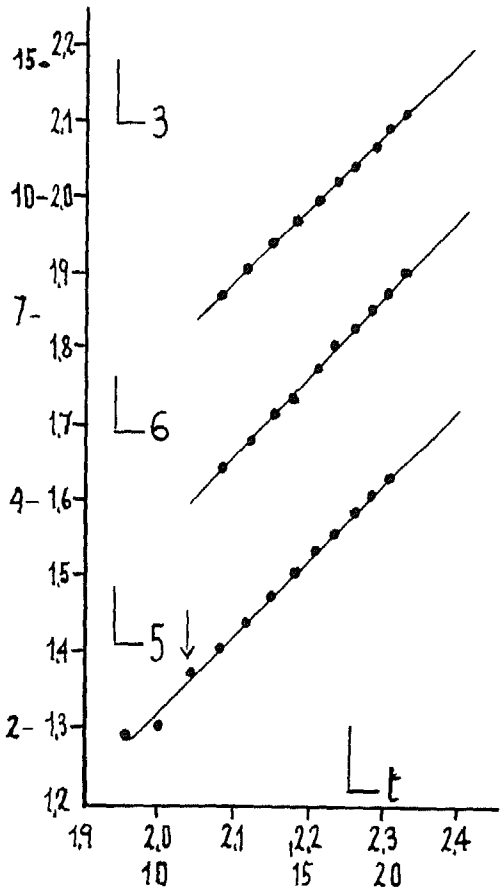

FIG. 29. — Relación entre la longitud total, L_t, la longitud cefálica, L_3, la distancia a la aleta dorsal, L_6, y la distancia preanal, L_5, en *Sardina pilchardus*. Ejemplares procedentes de Vigo (España), según datos de Fernando de BUEN.

El crecimiento de la aleta dorsal L_6 muestra en principio variaciones semejantes a las señaladas para L_3 pudiendo, por tanto, ya eliminar las variaciones que presentan las tallas correspondientes a los 110 y 120 mm de longitud total por las mismas razones expuestas anteriormente. Hasta los 100 mm de talla total el incremento de la distancia predorsal en relación con la talla, es de carácter negativo con un coeficiente de regresión inferior a la unidad e igual a 0,835. El ángulo observado en la recta

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

correspondiente es de 41° 30′ y el que se deduce del valor del coeficiente hallado es de 39° 52′, muy parecido al anterior. A partir de los 130 mm de longitud total el crecimiento de la distancia predorsal es prácticamente isométrico, pues el coeficiente hallado es igual a la unidad con uno de correlación también igual a 0,999. Los ángulos observado y deducido son muy parecidos, 45° 30′ y 45° respectivamente. Los resultados encontrados por nosotros concuerdan bastante con los hallados por DESBROSSES en la sardina de Bretaña, quien señala una tendencia en conjunto a un aumento de la distancia predorsal a medida que el pez aumenta de tamaño. A pesar del número de sardinas examinadas, en esta última porción de la gráfica, no es posible encontrar salto alguno aparente como parece encontrarlo este autor en los ejemplares por él examinados. Él distingue las sardinas de 110 a 140 mm de talla de 140 a 170 y de 170 a 190 mm.

La distancia predorsal estudiada en los ejemplares atlánticos, cuya procedencia ya se ha indicado, muestran en concordancia con las sardinas del autor antes citado una tendencia manifiesta a la alometría positiva en esta parte del cuerpo: k igual a 1,062 en Vigo y 1,056 en Isla Cristina. Es preciso señalar que en los ejemplares procedentes de esta última localidad se notan unas fluctuaciones que seguramente sobrepasan los límites normales de variación en estos estados de crecimiento y se deben a escasez de ejemplares y fluctuaciones, quizás incluso anómalas de las muestras. Relacionando los datos señalados para la Costa Brava (Mediterráneo) con los obtenidos en Vigo se observa algo parecido a lo señalado para L_3, de tal forma que mientras los valores inferiores, 120 mm, de talla total, están por debajo en Vigo, en el resto son superiores a los de esta última localidad. Por tanto, la sardina viguesa muestra, como se puede apreciar claramente comparando los coeficientes, 1 y 1,062, un crecimiento de la parte correspondiente a la base de la aleta dorsal superior a la del Mediterráneo NO. En Isla Cristina los datos nos dan algo parecido a lo de Vigo, pero ligeramente inferior en su totalidad. Parece identificarse también en esta medida una disminución del ritmo de crecimiento relativo en las dos tallas inferiores, cosa que estaría en concordancia con lo que se observa en el Mediterráneo hasta los 100 mm de talla y que también se ha observado en la distancia preanal.

Como en todas las especies examinadas la anchura total y máxima, muestra más amplias variaciones que las observadas en otras medidas de la misma especie. En conjunto el aumento de anchura a lo largo de la vida del animal es positivo con respecto a la talla y el índice de regresión es de 1,151 con un coeficiente de correlación parecido a la unidad, 0,991.

Fácilmente se pueden señalar cuatro períodos: En primer lugar las sardinas de menor tamaño, entre 40 y 60 mm de talla, se caracterizan por un ritmo de aumento de anchura muy amortiguado con un valor de 0,846. El estadio siguiente se presenta también a ritmo bastante len-

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

to, 0,662, pero se separa del anterior por un salto en la gráfica, salto que, según nuestras apreciaciones, significaría una variación en el ambiente. De 90 a 120 mm se presenta un incremento considerable en la anchura total con un índice de crecimiento relativo igual a 1,654. Este período se corresponde perfectamente con el momento en que la sardina se prepara para la puesta y por tanto creemos que corresponde simplemente al aumento de volumen de la cavidad visceral, debido al aumento en tamaño de las gonadas en maduración. A partir de los 120 mm de talla total ya no es posible separar en la gráfica variaciones notables, pues las posibles que acaso se observasen no pueden fácilmente atribuirse a variaciones reales del animal, ya que pueden muy bien ser debidas a fluctuaciones en la muestra, o bien a fluctuaciones dentro de los mismos ejemplares. Sin embargo, es interesante hacer notar que las variaciones se presentan a nivel de los 150 mm de talla, en el momento en que se presenta una nueva maduración y alrededor de los 180 mm en que podría considerarse se presenta la tercera. Ahora bien, para el examen detallado de tales medidas, se reqiuere en primer lugar mayor número de ejemplares y en segundo una distribución más detallada de los mismos que permita separar fases en un momento de la vida de estos animales en que el crecimiento general disminuye con gran rapidez. Comparando los valores angulares en la tabla adjunta puede comprobarse la perfecta armonía entre los valores observados en las distintas porciones de la gráfica y los deducidos del valor de k o índice de regresión de los valores considerados. Esto indica que los valores de k hallados están conformes con la realidad.

Resumiendo las consideraciones hechas a propósito del crecimiento diferencial de diferentes partes de la sardina parece que el crecimiento de la cabeza en la sardina del Mediterráneo NO se caracteriza por ser negativo, con lo que la cabeza es progresivamente menor. Esto es precisamente lo contrario de lo encontrado por nosotros examinado las sardinas de Vigo e Isla Critsina. En esta parte de la cabeza se identifican saltos, según DESBROSSES, a nivel de los 100, 140, 170 mm de talla, que corresponden a los momentos en que se presentan cada usa de las evoluciones sexuales anuales. Al referirnos a la variación en la anchura se ha visto que aparecían posibles variaciones concordantes con las medidas antes señaladas. Alguna consideración merece, a mi juicio, el salto que se presenta en casi todas las medidas a nivel de los 100 mm de talla total y que corresponde en nuestras aguas a animales que tienen unos 8 meses de edad. Consideramos que este cambio, que en la mayoría de las medidas estudiadas apenas significa otra cosa que un salto en la gráfica, podría significar una variación en el ambiente habitual en estos peces. Efectivamente, se ha comprobado por las numerosas pesqueras de arrastre que en la parte final del año es frecuente encontrar sardinas junto al fondo. En tal caso esta variación sería la que se marcaría en esta variación de las gráficas de casi todas las medidas, especialmente de la cabeza.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Más difíciles de interpretar son las diferencias observadas en la anchura a nivel de los 60-70 mm de talla. Parece que podría tratarse de una primera emigración de la fase costera hacia alta mar, pero existen dos razones en contra de esta explicación : en primer lugar que durante todo el mes de agosto son todavía bastante frecuentes en la costa, sardinas de hasta 80 mm de talla y en segundo lugar que esta emigración aparece bien patente en otras medidas, por ejemplo en la caballa, como puede verse y en la sardina no es posible observar ningún cambio en las otras medidas estudiadas a nivel de las tallas antes citadas.

Relacionando los ejemplares examinados del Mediterráneo NO con el que procede de Vigo (año 1919) y el de Isla Cristina (1916), se observa como visión global que mientras en general el crecimiento de las partes estudiadas parece ser menor en el Atlántico que en el Mediterráneo en las tallas inferiores, en ambos mares después el crecimiento, tanto el general como el relativo, adquieren un ritmo mucho mayor, lo que hace que la estructura de las sardinas sea diferente. Concretamente, en lo que se refiere a la cabeza, la sardina de nuestras costas es de cabeza pequeña y la del Atlántico es de cabeza grande. Habría necesidad de relacionar esto con el número de branquiespinas estudiado por ANDREU en la sardina de Vigo y con la cantidad de alimento disponible en ambos mares. Los datos aportados por este autor son interesantes, pero para nuestras consideraciones sería de mayor valor poder saber el número de branquiespinas por unidad de longitud del arco branquial correspondiente, pues en definitiva ello sería lo que nos permitiría conocer el poder filtrante del aparato branquial. Es interesante hacer algunas consideraciones sobre los resultados obtenidos por este autor. Observa en primer lugar que el número de branquiespinas crece con la edad y comparando ambas series de datos obtiene una curva de regresión para la sardina de Vigo, en la que son fácilmente detectables dos períodos. Los cálculos efectuados por el autor a que hacemos referencia separan la sardina adulta de la joven o parrocha a nivel de los 125 mm de longitud total. Sin embargo, si se observa la gráfica se verá que la verdadera separación a tenor del criterio seguido por nosotros se sitúa a los 115 mm. Este dato está en concordancia prácticamente exacta con las variaciones observadas por nosotros en las medidas examinadas, en las cuales también se presenta una primera variación a este nivel. Según ANDREU, el número de branquiespinas crece con alometría positiva muy marcada, $k = 1{,}960$ hasta los 115 mm de talla total. A partir de esta talla la formación de branquiespinas se hace a ritmo menor y casi isométrico con la talla $k = 1{,}053$. Téngase en cuenta que estos valores de k son sólo aproximados y deducidos de la pendiente de las gráficas, la que a su vez ha sido medida sobre las mismas gráficas. Es interesante tener en cuenta que, comparando la gráfica del aumento de las branquiespinas con la de la cabeza, ambas referidas a la talla total, resulta que se obtienen relaciones inversas especialmente notables en el

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

TABLA XIV

Relación entre las medidas de L_3, L_5 y L_6 en sardinas procedentes de la Costa Brava (Mediterráneo NW), Vigo e Isla Cristina.

Talla total, mm	Costa Brava						Vigo						Isla Cristina					
	L_3	n.º	L_5	n.º	L_6	n.º	L_3	n.º	L_5	n.º	L_6	n.º	L_3	n.º	L_5	n.º	L_6	n.º
40	—	—	10,4	31	16,1	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	12,3	28	20,3	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	—	—	13,9	29	22,5	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	44,8	11	15,7	15	26,7	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	50,6	42	17,4	43	29,7	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	56,2	24	18,7	26	33,2	26	—	—	19,5	2	—	—	56,0	6	17,3	6	32,6	6
100	62,3	8	19,8	8	37,2	8	—	—	20,0	2	—	—	58,7	9	17,0	9	33,3	9
110	74,4	2	23,3	2	42,0	2	—	—	23,8	7	—	—	65,5	11	20,0	11	38,5	11
120	76,1	7	23,8	8	44,4	8	76,1	7	25,7	18	43,8	7	74,4	9	24,6	9	43,4	9
130	81,3	23	25,3	26	46,9	26	82,4	30	27,7	17	48,1	30	81,0	1	29,0	1	48,0	1
140	88,7	5	26,5	25	50,0	25	89,5	57	29,8	5	52,7	57	86,0	1	34,0	1	54,0	1
150	94,6	36	29,2	43	54,2	43	96,2	70	32,4	90	54,6	70	90,0	1	38,0	1	58,0	1
160	101,0	22	30,7	24	57,8	24	102,7	74	34,7	102	60,2	74	—	—	—	—	—	—
170	105,6	31	31,2	31	61,5	31	109,7	69	36,5	114	64,5	69	103,5	2	31,0	2	61,0	2
180	112,1	16	33,2	16	65,3	16	115,9	45	38,8	29	68,0	45	110,1	6	34,6	6	66,0	6
190	117,6	3	33,5	3	69,0	3	123,1	13	40,9	15	72,1	13	120,5	10	38,9	10	70,7	10
200	—	—	—	—	—	—	127,8	6	43,3	6	74,8	6	123,0	4	41,7	4	71,2	4
210	—	—	—	—	—	—	134,0	1	—	—	80,0	1	133,5	2	43,5	2	80,0	2
Totales		230		358		358		372		316		372		62		62		62

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Atlántico. De ello podría resultar que el aumento de branquiespinas se vería subrayado por el poco desarrollo de la cabeza en el supuesto de que el crecimiento longitudinal de los arcos branquiales sea paralelo al de la cabeza en conjunto, cosa que se cree verosímil. En la segunda parte de las gráficas el efecto es contrario. A una disminución del número de branquiespinas que se van formando se resta el mayor aumento de la cabeza con lo que los espacios entre las branquiespinas se harían progresivamente mayores, al revés del caso anterior. Por tanto, hasta los 115 mm de talla la capacidad filtradora de las sardinas sería considerable, disminuyendo o volviéndose más selectiva en adelante. Por otra parte, comparando los resultados que sobre el número de branquiespinas en las distintas tallas, encuentra ANDREU comparando los ejemplares de tipo mediterráneo con los del Atlántico, llega a las mismas conclusiones a que llegamos nosotros en lo que hace referencia a la variación de las medidas examinadas; esto es, que en los primeros momentos los resultados son inferiores en el Atlántico, pero luego son superiores en este último mar. En las tallas inferiores la posibilidad de que la sardina mediterránea disponga de mayor número de branquiespinas le ha de permitir un mayor acopio de alimento quizás en relación con la pobreza de este mar. En apoyo de esto mismo la sardina de California *Sardinops coerulea*, forma los dentículos más tar-

TABLA XV

Resumen de los coeficientes y valores observados para los diferentes períodos del crecimiento relativo de *Sardina pilchardus*.

MEDIDA CONSIDERADA	TALLA TOTAL, L_t en mm	ÍNDICE DE REGRESIÓN k	ÍNDICE DE CORRELACIÓN p	ÁNGULO OBSERVADO	ÁNGULO DEDUCIDO DE k	NÚMERO DE EJEMPLARES
L_3	70-100	0,922	1,—	41° 45′	42° 42′	85
	110-130	0,528	1,—	27°	27° 51′	32
	130-190	0,957	0,999	43°	43° 46′	136
L_5	40-100	0,667	0,969	36°	33° 42′	186
	110-140	0,721	0,999	36° 30′	35° 48′	61
	150-170	0,532	0,965	30°	28°	98
	180-190	0,166	1,—	13° 25′	9° 27′	19
L_6	40-100	0,835	0,968	41° 30′	39° 52′	186
	110-130	0,660	1,—	36°	33° 27′	36
	130-190	1,—	0,999	45° 30′	45°	168
L_h	40-50	0,846	1,—	39° 30′	40° 14′	46
	70-70	0,662	1,—	34° 15′	33° 30′	83
	90-120	1,654	0,997	60°	58° 51′	43
	120-190	0,790	0,987	39°	38° 18′	144

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

díamente que la europea, correspondiendo con una mayor longevidad, *tamaño* y mayores disponibilidades de alimento en su ambiente marino.

La correlación entre estos factores parece excluir la posibilidad de que las variaciones en la cantidad de alimento sean la causa de las otras variaciones en el crecimiento. Se trata seguramente de la influencia de largos procesos de adaptación que han dado como resultado la formación de ritmos internos que obligan a variaciones en el ambiente para adaptarse a las nuevas necesidades creadas por su estructura morfológico-evolutiva.

Quizá, como resumen, convenga señalar que los centros de máximo índice de desarrollo se sitúan alternativamente en la cabeza y en la porción anal y que en esta alternancia es preciso hacer hincapié para detectar variaciones en el comportamiento de estos animales.

RESUMEN

Uno de los primeros objetivos de este trabajo fue tratar de encontrar una posible relación entre los peces que viven en diferentes ambientes y las características de éstos. Para ello, tal como se indica en la introducción, se considera dividida la plataforma o mejor el zócalo continental en varias zonas : aguas salobres, faja costera, plataforma propiamente dicha, talud, zona profunda del mismo, etc. Las condiciones ambientales de cada una de las zonas son diferentes y quizá la variante común sea la estabilidad del medio. La zona costera, pues aquí de las lagunas litorales de aguas salobres no hemos estudiado ningún representante, viene caracterizada por la máxima inestabilidad. Ésta se manifiesta en las variaciones de temperatura y salinidad que van unidas, por ejemplo, a la constante presencia de excesos de agua dulce aportados por ríos y torrentes ; variaciones en la cantidad de materia orgánica y partículas en suspensión por los mismos motivos ; variaciones de temperatura por la influencia directa de las atmosféricas dada la escasa profundidad de las aguas en esta zona ; gran turbulencia producida por el rompiente de las aguas y finalmente constante evolución de los fondos de naturaleza generalmente arenosa, por el arrastre y acúmulo, según los casos, de nuevos materiales. Los animales que viven en este ambiente, en general, o son capaces de continuas flutuaciones o bien están convenientemente protegidos o independizados de las mismas. Tal es el caso de animales euritérmicos o eurihalinos. *Ammodytes cicerellus*, con su ciclo vital relativamente corto y su tendencia a permanecer escondido presenta esta adaptación manifestada por otra parte en el crecimiento relativo muy cercano a la unidad en los primeros momentos. Las inflexiones que se presentan no parecen ser debidas a cambios ambientales sino más bien a influencias de tipo genético, pues especialmente el cambio que ocurre en la cabeza no cabe

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

la menor duda que se debe a la adaptación de la misma como barrenador. La influencia sexual es también manifiesta.

La mayor tendencia a la estabilidad del medio marino se deja sentir de manera notable a medida que se examinan y comparan especies cada vez de mayor profundidad. Mientras en *Mullus barbatus* es notable la regularidad, pero dentro de una alometría negativa manifiesta, en *Merluccius merluccius* las primeras fases son parecidas a la especie anterior, pero en las últimas fases, si bien es notable una tendencia a la regularidad a medida que los animales envejecen, se nota que la influencia de un medio más estable ha dado como resultado una mayor adaptación al mismo, con una más clara tendencia a la isometría en la mayoría de las partes consideradas ; incluso en la cabeza, donde la tendencia al crecimiento relativo es francamente de aumento respecto a la etapa anterior, de acuerdo con lo que expone MARTÍN y contra lo que se presenta en la mayoría de las especies consideradas. Otro gádido estudiado, *Phycis blennioides*, muestra a nuestro entender y de acuerdo con su isometría prácticamente total, una mayor adaptación al fondo donde vive ; solamente se rompe algo esta isometría en la cabeza, cuya mayor vulnerabilidad es luego objeto de algunos comentarios. La influencia del modo de alimentarse, detectando en el fondo los posibles alimentos, explica la variación en longitud de las aletas pélvicas adaptadas como órganos sensibles a esta función detectora. Estas variaciones son como se comprende independientes de las influencias que aquí se consideran.

En medios ambientales todavía más estables se encuentra *Merlangus putassou*. Las características de su crecimiento relativo son precisamente en sus diferentes partes mayor tendencia a la isometría y ausencia de variaciones. Solamente ligeras variaciones son perceptibles en el momento de la madurez sexual. Varias razones de tipo biológico como la rapidez de desarrollo de esta especie, su pronta maduración sexual y la disminución de la tasa de crecimiento después del segundo año, son otros aspectos de la adaptación al medio en que vive, de la que la perfecta isometría es otro claro exponente.

Las dos especies tomadas como ejemplo en la zona más profunda del talud, *Tachyrhynchus scabrus* y *Alepocephalus rostratus*, presestan análogas características, con la sola variación de la cabeza que entendemos viene influenciada por el desarrollo de los ojos, cosa que se confirma comparando esta especie con *Batypterois dubius*.

Por tanto, a medida que el ambiente marino se va caracterizando por una mayor estabilidad ambiental, se encuentra habitado por seres que asimismo vienen caracterizados por una mayor estabilidad de desarrollo y de su morfogénesis como expresión de una larga y progresiva adaptación al mismo. Por el contrario, en las zonas donde la estabilidad es escasa las especies que en ellas se encuentran parecen presentar una permanente inestabilidad caracterizada por la presencia de alometrías en su desarrollo,

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

generalmente de carácter permanentemente negativo en la parte anterior del cuerpo. Esta situación implica una constante búsqueda de la adaptación que quizá no se consigue precisameste por la necesidad de estar constantemente readaptándose al medio. En *Mullus surmuletus* esta misma situación está influenciada por el cambio de ambiente que representa para esta especie el abandono de la fase costera para pasar a habitar en fondos de naturaleza rocosa y en general más escabrosos. La variación implica en la mayoría de las medidas consideradas un cambio en el valor de k, que en general se considera de gran estabilidad. Este cambio es siempre negativo y la progresiva tendencia a la alometría negativa se produce de manera brusca al contrario de lo que sucede en *Mullus barbatus*, en el que esta tendencia es menos acusada, pero se manifiesta con regularidad y continuamente a lo largo del ciclo vital, paralelamente a la ausencia de cambios bruscos en su vida. Es preciso notar aquí el salto que señala BOUGIS en ambos salmonetes en la longitud de las aletas pectorales al abandonar las zonas arenosas. En los dos salmonetes se manifiesta en el sentido de aumento de las aletas en longitud, quizá relacionado con una mayor necesidad de movimiento; pero, además, es interesante señalar que de acuerdo con lo encontrado por nosotros en las demás medidas tomadas, se manifiesta previamente en *Mullus surmuletus* una inflexión de más a menos en el valor de k que liga la relación entre la longitud de las aletas torácicas y la longitud total.

Scylliorhinus canicula muestra claramente, por su falta de cambios y su tendencia a la isometría, una adaptación marcada a las circunstancias ambientales en que vive. Por otra parte, su antigüedad filogenética de acuerdo con lo que posteriormente se indicará, también corrobora esta estabilidad en su desarrollo relativo. Aunque las circunstancias ambientales sean parecidas a otras especies en las que no se manifiesta precisamente esta isometría, como por ejemplo *Mullus*, la razón de la misma a mi entender hay que buscarla más en la antigüedad y en su capacidad de aislamiento, como se ha señalado para *Ammodytes cicerellus*.

La mayor tendencia a la falta de estabilidad y por consiguiente la tendencia a continuas variaciones, se presenta en los peces que consideramos batipelágicos, porque alternan en su ciclo anual períodos de vida netamente pelágica con otros, en general más cortos, de vida bentónica. Las especies aquí consideradas, la caballa y la sardina, muestran estas variaciones de manera notable. Especialmente en la caballa se manifiestan alternancias de un período al otro aunque destaca de manera notable el momento de la marcha de los cardúmenes jóveses a alta mar, como ya se señaló en un trabajo anterior. Esta constante variación implica en estas especies una vulnerabilidad manifiesta, dado que precisamente los momentos de crisis son los que más fácilmente pueden ser influenciados con repercusiones posteriores en el desarrollo de la forma. Mayor variación se manifiesta en la caballa que en la sardina, quizá porque en la primera de

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

estas especies los períodos de vida bentónica son de mayor extensión y más estables que en la sardina. De todas formas como quiera que estos períodos van unidos a los ciclos sexuales anuales, pues la reproducción se realiza en el fondo, es difícil de precisar cuál es de los dos aspectos el que influye en el cambio : si las necesidades de la reproducción obligan a estos peces a buscar aguas profundas o si estas variaciones obedecen a ritmos internos independientes y simplemente paralelos a los ciclos sexuales. De hecho se producen estas variaciones características de la vida de estos animales y como éstas van unidas a cambios en su crecimiento relativo, existen mayores posibilidades de influencias en estos momentos de crisis para alterar el desarrollo, a diferencia de las especies en las que o no existen o son pocos los cambios. Esto es una puerta abierta a la paulatina, pero eficaz influencia del ambiente que puede ir afinando la evolución de estas especies hacia formas de mayor adaptación y estabilidad.

Camparando las variaciones que se producen en estos animales a lo largo del ciclo vital se observa que existen tres tipos de influencias : en primer lugar, y de acuerdo con la opinión general de los autores, el desarrollo sexual marca un cambio en el tipo de crecimiento ; en segundo lugar existen variaciones de adaptación a nuevos ambientes y finalmente existen cambios que obedecen a necesidades de su estructuración genética.

a) Influencias de tipo sexual. En la mayoría de los peces aquí tratados la influencia de la madurez sexual se manifiesta en una variación en el valor de k. Según se indica más arriba señalando lo expuesto por MARTÍN, este cambio es de signo positivo ; sin embargo, nosotros hemos encontrado en bastantes ocasiones variaciones en sentido contrario, más en consonancia con la norma general de la cabeza a disminuir proporcionalmente a medida que el animal va creciendo. Incluso en las especies en que el desarrollo relativo se presenta más estable, se percibe, al menos en la región cefálica, la influencia del desarrollo y maduración de las glándulas sexuales. En las especies batipelágicas que hemos considerado posiblemente esta influencia se renueva más claramente en los diferentes ciclos sexuales anuales. Por el contrario, en las demás especies parece ser menor su influencia, quizá porque los ciclos sexuales están menos definidos. En ocasiones, como también señaló el autor citado, las variaciones de origen sexual pueden casi desaparecer por la ingerencia de otros factores ambientales que, variando la tasa de crecimiento, modifican el desarrollo relativo. Estas influencias enmascaradas, son fácilmente previsibles en la sardina y la caballa donde los cambios de ambiente paralelos a los ciclos sexuales, pueden dar resultados discordantes. Es curioso señalar que, mientras en la mayoría de las especies la crisis sexual da una tendencia a disminuir, al menos en las estudiadas por nosotros, en los gádidos y en las especies de profundidad ocurre lo contrario. Quizás en ello influya la mayor estabilidad de estos animales y del medio en que viven.

De las experiencias de PICKFORD y ATZ así como BOUGIS y RUIVO,

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

LELOUP, etc., parece deducirse que la acción de diferenciación recae sobre la hormona del tiroides. Esta acción parece anterior a la acción que la hipófisis ejerce de manera general sobre el desarrollo. Los factores ambientales pueden actuar asimismo sobre la secreción y eficacia de la glándula tiroides. Esta hormona también controla los procesos de maduración sexual, si bien se ha comprobado que los órganos evolucionan en peces con tiroides inactivo, pero en tal caso las células sexuales no llegan a la madurez. Es sabido, por otra parte, que la maduración precoz de los órganos genitales retrasa el desarrollo general. A través de las mutuas relaciones existentes entre estos órganos y su influencia en el desarrollo, debe encontrarse la explicación para el cambio que se observa en los procesos de crecimiento relativo.

b) Influencias de tipo ecológico. La influencia que los cambios de *habitat* dejan sentir en los animales marinos son bien patentes en la mayoría de las especies. En la caballa el cambio de la fase costera hacia alta mar, cuando estos peces miden unos 12 cm es manifiesto. En el salmonete de roca el paso del *habitat* costero a la zona de fondos ásperos se deja sentir también de manera notable. En la misma merluza se han descrito en líneas anteriores cambios a nivel de los 15 cm de talla total imputables a cambios en el ambiente en que habitan estos peces antes y después de alcanzar la talla crítica. No se trata, como se ha indicado en el párrafo anterior, de influencias inmediatas, sino en la actualidad de ciclos que se rigen por influencias internas especialmente manifestados, como se ha dicho en el caso de la caballa, alternando la vida pelágica con lo bentónica. Según las experiencias de BOUGIS existe en el salmonete una correlación estrecha entre el salto que da la longitud relativa de las aletas pectorales y la altura de las células del tiroides como expresión de un funcionalismo exaltado. Existen, sin embargo, circunstancias contradictorias, pues mientras el tiroides aumenta de peso por el aumento de temperatura, a medida que los salmonetes emigran a mayor profundidad disminuyen ésta y la luz, y sin embargo, la actividad del tiroides o al menos de la tiroidina parece más eficaz. Por otra parte, de los trabajos de PICKFORD y ATZ se deduce que la hormona del crecimiento, segregada por el lóbulo anterior de la hipófisis, aparece interferida por la temperatura en su acción estimulante dando las mejores *reacciones* a 2°C en *Fundalus heteroclitus*. De todas maneras la acción de la hormona de la hipófisis sobre el tiroides —*tiroidotropa*— ha de realizarse pasados los primeros momentos de la vida, pues la acción del tiroides es anterior a la influencia de la hipófisis.

No se trata aquí de acciones inmediatas de cambio de ambiente, sino de procesos ya fijados en la estructura del desarrollo. Ahora bien, las manifestaciones externas de estas influencias son diferentes según el nivel de estabilización o de adaptación al medio de la especie de que se trata. Las manifestaciones de este tipo son menos precisas que las de

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

origen sexual y a través de alteraciones en la longitud total debido a cambios ambientales inmediatos, por ejemplo de la temperatura, se consiguen variaciones importantes en la forma, sin que por ello sea variado de forma sustancial el modelo de desarrollo relativo típico de la especie.

En este orden de cosas merece destacar que la carencia de suficiente cantidad de alimento influye decididamente no sólo en el desarrollo inicial sino también en la tasa de crecimiento posterior. Estas perturbaciones son causa de desarrollo precoz de las gonadas y por tanto de una tendencia a interrumpirse el crecimiento relativo, dando formas diferentes de las que son típicas de la especie. Varios autores han encontrado que la carencia de suficiente cantidad de alimento da como resultado una variación en el valor de k y concretamente una tendencia a presentar cabezas más desarrolladas relativamente. La variación de k, que en general es estable, se acusa a través de las perturbaciones del desarrollo inicial. Es interesante este aspecto, no tanto por la carencia de alimentos en sí, sino por la influencia de la densidad de los peces, especialmente en aquellos que forman cardúmenes y que presentan grandes oscilaciones en el éxito de la reproducción. Por este mismo mecanismo se consigue una autorregulación de los *estocs* independienttemente de la acción del ambiente. La misma cantidad de alimento disponible debe repartirse entre mayor número de individuos y esto influye en el desarrollo normal, dando formas precoces de menor capacidad reproductora. En otros casos aparece un descenso notable en el número de ejemplares a lo largo del desarrollo, no imputable a la acción de la pesca y sí a una lucha por los alimentos y el espacio, aún más exagerada. Esto es lo que seguramente suceda en *Phycis blennioides*, especie en la que el número de ejemplares, a partir de ciertas tallas decrece considerablemente para estabilizarse en nivel inferior de abundancia.

c) Influencias genéticas. A pesar de que representen sin duda una adaptación a necesidades del modo de vida específico, existen ciertas variaciones en la forma que se relacionan de manera menos inmediata con el medio, en el sentido de variación del mismo. Por ejemplo la variación en el tamaño de la cabeza de *Ammodytes cicerellus* es una adaptación a la tendencia barrenadora de estos peces. La variación en la longitud de las aletas pélvicas de *Phycis blennioides* es también una adaptación de estos apéndices para servir de elementos táctiles en la búsqueda del alimento. El mismo aumento de los ojos en algunas especies de profundidad tiene este mismo sentido. Estas variaciones, por estar más ligadas a la estructura del individuo, se muestran menos influenciables por los factores externos.

Al comparar las variaciones que se muestran en las gráficas de desarrollo relativo llama la atención la existencia de dos tipos de variaciones. En unos casos la variación no afecta prácticamente al valor de k pero sí al de a, otra de las constantes de la ecuación; dicho en otras

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

palabras, la gráfica se sitúa a distintos niveles. Este tipo de variación es frecuente. En otros casos los dos períodos de regularidad se cruzan en un punto como resultado de que la constante que varía es precisamente k; cuál sea el valor de estos dos tipos de variaciones es cuestión importante a dilucidar. En algunos casos, como en el crecimiento relativo de los ojos del salmonete, estudiado por BOUGIS, se muestran una serie de líneas paralelas situadas cada vez a niveles más altos. Cada una de estas gráficas corresponde a muestras diferentes. Parece como si se tratara de una variación en el valor de la constante a ligada de alguna manera al tiempo. Por otra parte, es preciso tener en cuenta, de acuerdo con MARTÍN, que estudiadas las variaciones entre muestras y estre grupos de edad, en general, las primeras, dan, en conjunto, valores de k superiores, que si se considera cada muestra en particular.

Con estas consideraciones está relacionado el hecho observado en nuestras gráficas que las variaciones de tipo primero se presentan especialmente en cambios de ambiente poco pronunciado y en aquellos casos en que existe una clara disyunción en la distribución de las muestras examinadas. Este segundo caso obedece indudablemente a la segunda de las consideraciones hechas anteriormente, mientras en el primer caso, o sea cuando se trata de suaves cambios de ambiente, especialmente en la caballa, podría existir, como interpreta BOUGIS, una verdadera variación en la constante a. Esta variación, que este autor observa en los ojos, nosotros la hemos podido observar aunque en menor escala en las aletas dorsales. Las diferencias observadas a este respecto entre el salmonete de fango de Barcelona y el que procede de Blanes pueden ser atribuibles simplemente a distinto tamaño en el momento de originarse posibles cambios en su desarrollo relativo aun anteriores a los ejemplares aquí estudiados, sin que por ello experimente variación alguna el modelo que rige el desarrollo de esta especie.

El examen comparativo de las diferentes gráficas anteriores correspondientes a peces que viven en ambientes de diferente estabilidad nos lleva a la conclusión de que los seres que viven normalmente en medios más estables y ellos se han adaptado a este medio, presentan índices alométricos, k, muy cercanos a la unidad. La ausencia de saltos o inflexiones en las gráficas es también otra señal evidente de adaptación al medio en que viven. Por el contrario, en aquellos seres que muestran valores de k que se separan significativamente de la unidad y especialmente si existen variaciones a lo largo del ciclo vital, es patente a la inadaptación al medio en que viven y su desarrollo viene caracterizado por una marcha en dirección al equilibrio y la estabilidad.

El valor de k próximo a la unidad ha sido considerado como expresión de estabilidad y equilibrio y la estabilidad y equilibrio de la forma va estrechamente ligada a una estabilidad del medio y a una adaptación al mismo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Dentro de las variaciones que se observan es las diferentes partes examinadas de cada uno de los peces es perceptible una mayor variabilidad en la parte anterior, especialmente en la región cefálica. En esto pueden influir dos factores, por una parte la existencia de posibles errores en las medidas más difíciles de tomar y en segundo lugar la existencia de centros vitales en la región anterior. En apoyo de este último punto de vista es interesante insistir en que por una parte la mayoría de las glándulas secretoras de sustancias estimulantes del desarrollo se encuentran en la región anterior; en segundo lugar, comparando los gradientes de diferenciación en los distintos peces examinados siempre se observa que uno de los polos se encuentra en la región cefálica y finalmente el aumento de tamaño de la cabeza en los peces abisales parece estrechamente ligado con el tamaño de los ojos en algunos de estos peces.

En las variaciones que se observan a lo largo del desarrollo tiene más importancia la intensidad del desarrollo primario que la tasa posterior de crecimiento debido a que el valor de k es bastante fijo y está unido a la estructura del ser vivo. Por el contrario, las variaciones en el crecimiento pueden influir en la forma alterando el tamaño normal en el momento de la inflexión dando animales de proporciones variables según sea mayor o menor el tamaño total. Así, las variaciones en la temperatura variando la tasa de crecimiento influyen en la forma. El alimento también puede influir por el mismo camino si bien se ha observado (MARTÍN) que puede incluso cambiar el valor de la constante k. De las investigaciones realizadas hasta el presente no aparece clara la ligazón de causalidad entre la forma y la tasa de desarrollo más que por los procedimientos indirectos señalados, como el mayor o menor tamaño en el momento de la inflexión.

Otro aspecto que vale la pena señalar es la mayor tendencia a la unidad del valor de k en la parte central y posterior del animal. Por contraste con lo dicho anteriormente en relación con la mayor variabilidad de la región cefálica, es posible que la mayor masa muscular sea un obstáculo a las variaciones morfogenéticas. Sin embargo, en *Scylliorhinus canicula* es notable una cierta alometría positiva en esta parte posterior, seguramente en relación con el importante papel que la cola tiene en la natación y aun en la vida general de estos peces.

Comparando los diferentes gradientes de crecimiento relativo y sus variaciones a lo largo de la vida en los diferentes peces se observa que, en general, no se produce un cambio en la relación alométrica referente a un solo punto sino que ello lleva unido una, podríamos decir, estructuración nueva de las fuerzas de crecimiento. Hay cambios en la distribución de la energía de desarrollo.

Finalmente quizá valga la pena considerar que a lo largo del proceso de adaptación en diferentes especies y distintos ambientes pasamos de formas vivientes más simples a otras más complejas. Las primeras se caracterizan por presentar índices alométricos bastante separados de la

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

unidad, mientras en las segundas lo normal es un valor cercano a uno, como señal de estabilidad. En la mayoría de las especies del primer grupo es frecuente una gran capacidad de reproducción y de crecimiento y sustitución, referida al *estoc* o población, mientras en las segundas el rendimiento es más estable pero más bajo. En las especies del primer grupo entre las que podríamos contar la caballa, por ejemplo, son precisos cambios de ambiente en relación con sus necesidades vitales, hecho que no se presenta en los peces más adaptados o estabilizados, por ejemplo *Merlangus putassou*. Finalmente, entre las especies que aquí hemos considerado del primer grupo, se producen enormes oscilaciones en densidad, pero de ritmo corto, mientras en las segundas son menos acusadas, pero de ritmo mucho más largo. En algunas especies estas mismas diferencias se presentan al comparar una primera fase juvenil menos estabilizada y otra adulta más adaptada al ambiente.

En la sección puramente especulativa que habíamos hecho del zócalo continental las especies menos adaptadas se encuentran en la región más costera y de aguas poco estables, mientras las especies de mayor estabilidad y bajo rendimiento son propias de las partes más profundas y de régimes hidrográfico más regular.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

SUMMARY

The variations in the relative growth in several species of fishes in the Western Mediterranean is investigated with the help of allometric method. The species have been selected among the most representative in the differents marine habitats: *Ammodytes cicerellus*, *Mullus barbatus*, *M. surmuletus*, *Merluccius merluccius*, *Phycis blennioides*, *Merlangus putassou*, *Trachirhyncus scabrus*, *Alepocephalus rostratus*, *Scylliorhinus canicula*, *Scomber scombrus* and *Sardina pilchardus*. The importance of differents changes is emphasized, and the other hand the relation between ecological adaptation and allometrics is evidentiated. The stability is associated to $k = 1$, and inadaptation and stabilisness to $K \neq 1$. The variation in the form on the development is examined in relation with the biology and dynamics.

BIBLIOGRAFÍA

ANANIADIS, C. — 1949. Study on the biology of the red mullet *Mullus barbatus* (Rond) forma *tipica* (Fage) in the Aegean sea. *Praktica of the Hellenic Hydrobiological Institute*, t. III, núm. 2, 85-100.

— 1950. Investigations on the biology of the *Mullus barbatus* (Rond) var. *surmuletus* (Fage) in the Aegean sea. *Praktica of the Hellenic Hydrobiological Institute*, t. IV, núm. 1, 75-99.

ANDREU, B. — 1953. Sobre la relación entre el número de branquiespina y la talla de la sardina (*Sardina pilchardus*, Walb.) española. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, núm. 62.

ANDREU, B., y M.ª L. FUSTER DE PLAZA. — 1962. Estudio de la edad y crecimiento de la sardina (*Sardina pilchardus*, Walb.) del NW de España. *Inv. Pesq.*, 21: 113-145.

BAS, C. — 1959-1960. Consideraciones sobre el crecimiento de la caballa (*Scomber scombrus*, L.) en el Mediterráneo español. *Inv. Pesq.*, 14:65-113 y 16:33-90.

— 1963. Quelques données biométriques sur *Macrurus oxyrhynchus* et *Alepocephalus*. *Rapp. et Proc. Verb. des Reunions de la C.I.E.S.M.M.*, XVII (2).

BELLOC, G. — 1923. Note sur la Croissance du merlu: variations etniques et sexuelles. *Notes et mémoires*, núm. 21, *Off. Scient. Tech. Pêch. Mar.*, 1-32.

BERTALANFFY, L. von. — 1949. Problems of organic growth. *Nature*, 163.

BONNET, M. — 1963. Premiers résultats sur la biométrie et la biologie du maquerau du golfe du Lion *(Scomber scombrus)*. *Rev. Trav. Off. Pêch. Mar.*, 27, núm. 2.

BOUGIS, P. — 1952. Recherches biométriques sur les rougets (*Mullus barbatus* L., *Mullus surmuletus* L.). *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, t. 89, núm. 2.

BOUGIS, P., y M. RUIVO. — 1954. Recherches sur le poisson de profondeur *Benthocometes robustus* (Goode et Bean) (= *Pteridium armatum*, Doederlein) *(Brotulidae)*. *Vie et Milieu*, supl. 3, 155-156.

— 1957. Contribution à la connaissance de la morphologie et de la thyroïde de *Bathypterois dubius* Vaillant. *Résultats des Campagnes du «Pr. Lacaze Duthiers»*, II, Algérie, 1952, et Baléares, 1953, 1954. Supl. núm. 6 a *Vie et Milieu*, 185-205.

BUEN, F. DE. — 1929. Fluctuaciones en la sardina (*Sardina pilchardus*, Walb.). Pesca. Medidas. *Instituto Español de Oceanografía*. Notas y Resúmenes. Serie II, núm. 35.

CALDWELL, M. C. — 1962. Development and distribution of larval and juvenile fishes of the family Mullidae of the Western North Atlantic. *Fish Bull.*, 213. De *Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service*, v. 62.

CAMERON, J. — 1959. The larval and post-larval stgaes of *Gymnamodytes semi-squamatus* (Jourdain). *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 38:17-27.

CORBIN, P. B., y V. VATI. — 1949. The post-larval sand-eels *(Ammodytidae)* of the Celtic Sea and Plymouth area. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 28:287-313.

CREAC'H, P. V. — 1951. Notes sur la biologie et la morphologie de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) dans le Golfe de Gascogne. *Rev. Trav. Off. Pêch. Mar.*, 16:44-72.

DESBROSSES, P. — 1933. Étude de la sardine de la côte de Bretagne depuis Concarneau jusqu'à la embouchure de la Loire. *Rev. Trav. Off. Pêch. Mar.*, 9:339-401.

— 1936. Contribution à la connaissance de la biologie de Rouget-barbet en Atlantique Nord. *Rev. Trav. Off. Pêch. Mar.*, 9:339-401.

— 1948. Le merlan (*Gadus merlangus*, L.) de la côte française de l'Atlantique (Deuxième partie). *Rev. Trav. Off. Pêch. Mar.*, 14:71-105.

— 1950. Introduction à l'étude des caractéres morphologiques métriques des clupeides. *Cons. Perm. Inter. Expl. Mer*, 126:23-29.

FIGUERAS, A. — 1955. Datos sobre la edad y crecimiento de la pescadilla (*Merluccius merluccius*, L.) de Levante (sector de Castellón). *Inv. Pesq.*, 1:75-87.

HEUTS, M. J. — 1953. Regressive evolution in cave animals. *Symposia of the Society for Experimental Biology. VII. Evolution*, Academic Press Inc., Nueva York.

HICKLING, O. F. — 1933. The natural history of the hake. IV. Age determination and the growth rate. *Fish. Inv.*, serie 2, 13, 120 pp.

HUXLEY, J. S. — 1932. Problems of relative growth. Londres.

JOLICOURD, P., y J. E. MOSIMANN. — 1960. Size and shape variation in the Painted Turtle. A principal component analysis. *Growth*, 24 (4):339-355.

LISSNER, H. — 1930. Über die makrele des Adriatischen Meeres. *Talassia*, 8:3-82.

LOZANO REY, L. — 1928. Fauna Ibérica. Peces. *Junta para la ampliación de estudios e investigaciones Científicas*. Madrid.

— 1952. Peces fisoclistos. *Memorias de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid. Serie de Ciencias Naturales*. XIV, segunda parte. Madrid.

MARTIN, W. R. — 1949. The mechanics of enviromental control of body form in fishes. *Publications of the Ontario Fisherie Research Laboratory*, núm. 58. *Biological series*. Universidad de Toronto.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

MATTA, F. — 1958. Données preliminaires sur la biométrie de certaines espèces de poissons dans l'archipel toscan (campagne 1957-1958). *C.G.P.M. Débats et Documents Techniques*, 5 :121-134.

NEEDHAM, J. — 1950. Biochemistry and morphogenesis. Cambridge University Press.

NEDELEC, C. — 1958. Biologie et Pêche du maquereau. *Rev. Trav. Off. Pêch. Mar.*, 22 :121-135.

PERES, J. M., y J. PICARD. — 1960. Manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée.

PICKFORD, G. E., y J. W. ATZ. — 1957. The physiology of pituitary gland of fishes. *New-York Zoological Society*, Nueva York.

POLL, MAX. — 1947. Faune de Belgique. Poissons marins. *Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*. Bruselas.

RUBIO, M. — 1951. Nota sobre los peces costeros jóvenes capturados a «l'art» durante los meses de agosto y septiembre en el litoral de Blanes. *Publicaciones del Instituto de Biologia Aplicada*, 8.

SCACCINI, A. — 1947. Contributo alla conescenza della biologia dei Mullini nell' Adriatico medio Occidentale. *Note Lab. Biol. Mar. Fano.*, 1 :17-24.

STEVEN, G. A. — 1948, 1949, 1952. Contribution to the biology of the mackerel. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 27, 28 y 30.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004