

Consideraciones acerca del crecimiento de la Caballa (*Scomber scombrus* L.) en el Mediterráneo español

por
C. BAS *

PARTE SEGUNDA

M É T O D O

Los ejemplares después de medidos se pesaron cuidadosamente, con apreciación de 0,5 g. Este peso es el que hemos considerado como peso total o con vísceras, debido a que la medida fue tomada antes de abrir los ejemplares. No obstante, dada la importancia que ofrecía el estudio y su ulterior comparación con los datos anteriores, de los pesos de los ejemplares, previa extracción de las vísceras, se empezó a considerar esta medida, que no lo fue desde el principio, por lo que el número de los ejemplares estudiados es algo menor.

ESTADO SEXUAL Y REPLECIÓN GÁSTRICA

La observación de las características que ofrecen las gonadas se realizó entre las dos últimas medidas consideradas. En principio se anotaron los datos referentes al contenido gástrico y estado sexual empírico. Para lo primero se utiliza la escala de cuatro valores de Furnestín para la sar-

* Laboratorio de Blanes. Apartado de Correos 15.

dina : I, vacío o con muy escaso contenido ; II, contenido más bien escaso ; III, regularmente lleno, y IV, repleto. Además se guardaron en formol algunos estómagos escogidos al azar de entre los estirpados para luego examinar su contenido. Del mismo modo se pesaron de la mayoría de los lotes unos cuantos estómagos, tomados al azar, a fin de obtener el peso medio de los estómagos según las diferentes tallas. No hemos pretendido ninguna clase de rigorismos, pues en realidad ello no forma parte de nuestro estudio.

Para el estado sexual seguidos la escala de BELLOC - LE-GALL, aunque sólo a título de norma ya que no nos era posible utilizar ninguna otra. No obstante, las discordancias que con esta escala ofrecían los diversos tipos de gonadas examinados nos obligó a tomar en consideración una serie de factores : color, tamaño, aspecto de los huevos, peso, etc, con el fin de poder subsanar las antedichas diferencias.

El interés que nos mereció la escala que sobre estados sexuales del atún presenta el investigador portugués Dr. FRADE, nos indujeron a tomarlo en consideración, para lo que se anotó el peso y la talla de las gonadas en todos los casos posibles. La apreciación del peso fue de 0,01 g. Con los datos anotados relacionados con los pesos y tallas totales hemos obtenido los siguientes índices :

$$I_g = \frac{P_g \times 100}{P_T} \qquad I_T = \frac{T_g \times 100}{T_T}$$

a los que hemos considerado de interés, en especial el primero, pues creemos que, en parte, puede proporcionar una fuerte base para la elaboración de una escala de estados sexuales (BAS y MORALES). A tal fin, como se verá posteriormente, estos datos han sido agrupados por tallas para el estudio de la correlación existente entre estas medidas.

CONTENIDO GRASO

El contenido graso no pudo ser evaluado ya que la ausencia de grasa intestinal y su acumulación en el páncreas no permite una apreciación subjetiva y obliga a un proceso de extracción que en nuestro caso fue imposible practicar.

CARACTERES MERÍSTICOS

Con exclusión del número de vértebras que no fue tenido en cuenta por razones que se expondrán más adelante, se ha tomado en consideración el número de radios de la primera dorsal y el número de pinnulas

caudales superiores, pues se creía poder relacionarlo con los datos aportados por otros autores e incluir o diferenciar la población de caballa de nuestras costas en otras poblaciones ya estudiadas.

En el contaje del número de radios se han tenido en consideración las pequeñas espinas que en mayor o menor número aparecen detrás de la aleta propiamente dicha. De igual modo se procedió con las pínulas caudales.

EDAD Y OTOLITOS

Dada la dificultad que ofrece el examen de las escamas de caballa, debido a que los ejemplares llegan a puerto casi completamente desprovisto de ellas, se han utilizado los otolitos para la determinación de la edad. Se extraen efectuando un corte transverso-oblicuo a la altura de la parte posterior de la órbita, previa extracción de la masa encefálica. Una vez secos fueron examinados con luz reflejada, y dentro de una cubeta con agua. Los otolitos extraídos fueron agrupados según tallas. FAIRBRIDGE 1951 utiliza el mismo procedimiento.

VARIACIONES DE LA RELACIÓN PESO-TALLA

Al considerar el interés que la variación del peso podía tener a lo largo de la vida del ejemplar y sus posibles fluctuaciones las cuales son de importancia industrial, hemos creído de interés estudiar las relaciones de estas dos medidas en la vida de la caballa.

En primer lugar hemos procedido a efectuar una distribución de los pesos totales de los ejemplares en cuestión agrupados por tallas de 10 en 10 mm como venimos haciendo corrientemente. El número total de ejemplares examinados es de 1777, número que juzgamos suficiente para servir de base a nuestras consideraciones. Paralelamente se ha estudiado un grupo de 635 ejemplares los cuales fueron pesados previa extracción de sus vísceras. Con ello pretendemos obtener la variación del peso a lo largo de la vida del animal. Los datos reunidos comprenden desde la talla 5 cm hasta la 32 cm para los pesos totales y desde 8 cm hasta 31 cm para los pesos desviscerados.

Gráficamente lo expresamos en dos formas distintas: en escala normal, donde se nos muestra una distribución parabólica típica y en escala logarítmica de donde podremos deducir una serie de consideraciones importantes.

En principio se había creído siguiendo los trabajos de CROZIER y HECHT (1914) y HECHT (1916), que admitieron la constancia de la forma

del cuerpo a lo largo de la mayor parte de la vida del animal, que el peso sería proporcional a la potencia cúbica de la longitud. Sin embargo, multitud de experiencias posteriores, a las que unimos las nuestras, han venido a demostrar lo contrario, siendo, como dice un autor, la excepción la norma de conducta. SHAPIRO (1938), estudiando la relación peso-talla en *Makaira nigricans* encuentra un valor para la constante $K = 3,93$, valor que podemos observar se separa considerablemente de la potencia cúbica. Aparte de esto en la mayoría de los casos no es posible admitir la constancia del valor de K a lo largo de la vida del pez, encontrándose varios períodos de regularidad —«estanzas»— separados por las respectivas inflexiones. DESBROSSES (1936), encuentra los siguientes cambios para el valor de $K = 3,8-3,0, 3,0-3,2, 3,2-3,5$, los cuales coinciden con otros tantos cambios en las proporciones del cuerpo, MARSHALL, NICHOLLS y ORR (1937), encuentran valores de $K = 4$ en los pequeños arenques de 10 a 40 mm.

Indicaremos nuestro estudio con un examen de la gráfica logarítmica. Se presenta discontinua con tres zonas de discontinuidad; la primera abarca desde los 5 cm hasta los 11 cm; los puntos los hallamos tan agrupados que creemos poder afirmar con toda seguridad que se trata de un grupo con análogas formas de crecimiento. A partir de aquí se presenta la primera discontinuidad: las tallas 12 y 13 cm no pueden extrapolarse fácilmente a ninguno de los tramos siguientes y anterior. Se trata precisamente, como se recordará, del principio de aquella fase de transición que vino caracterizada por su poca abundancia en los capítulos anteriores. Los grupos siguientes se presentan extraordinariamente constantes y están perfectamente colocados sobre una recta demostrando la uniformidad de características hasta la talla 19 cm la cual sirve de paso o puente de unión con el grupo siguiente que llega hasta los 30 cm. A partir de aquí los datos experimentan una curvatura paulatina hasta los 33 cm. Sobre el valor y posible significación de esta curvatura haremos luego algunas consideraciones (HICKLING y BELLOC).

Transcribimos a continuación los valores hallados por LISSNER en el alto Adriático comparándolos con los nuestros (véase Tabla XIX).

De la simple comparación de las dos series de datos observamos diferencias notables: en primer lugar, la uniformidad de las cifras medias aportadas por LISSNER contrasta con los saltos que presentan las nuestras y en segundo lugar, mayores valores para cada una de las respectivas tallas en nuestras experiencias. Ello también está en relación con lo dicho en el capítulo de las tallas donde nuestros ejemplares hemos visto alcanzan al final del año de su nacimiento 20-22 cm mientras en el alto Adriático sólo 16-18 cm. Posiblemente intervenga la circunstancia de tratarse de un mar extraordinariamente cerrado. Es de notar que el grupo de tallas 11-18 cm presenta en los datos de LISSNER diferencias muy marcadas respecto a los proporcionados por nuestros ejemplares. Mientras

en el alto Adriático los ejemplares jóvenes tienen un peso superior para las categorías de talla inferiores, esta supremacía desaparece rápidamente, para pasar a ser ligeramente inferiores. Muy posiblemente ello se debe a diferentes características en el crecimiento de este grupo en ambas poblaciones con mucha seguridad debido a causas ecológicas.

El examen de la gráfica no logarítmica no muestra anomalías ni saltos ostensibles; es una parábola típica. Muéstrase sí, el rápido crecimiento de los ejemplares de las tallas altas.

Continuando en el examen comparativo de las dos series de datos

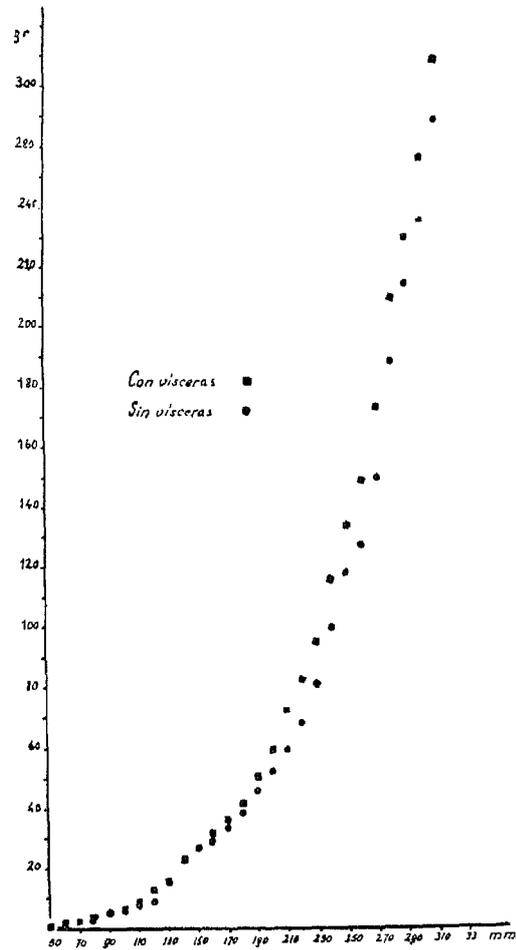


FIG. 12. — Variación del peso, con vísceras y sin ellas, según las diversas clases de talla de los ejemplares estudiados.

observamos que los datos correspondientes a las tallas 17-18 cm presentan en ambos autores pesos medios muy semejantes; ello se debe al parecer a tratarse de ejemplares que van a entrar en el primer período de evolución sexual. La influencia del primer ciclo sexual ha sido extensamente estudiada por numerosos investigadores. BELLOC considera que en la merluza pueden distinguirse tres períodos de crecimiento: 1.º hasta la primera madurez, 2.º hasta el final de la actividad sexual y 3.º después

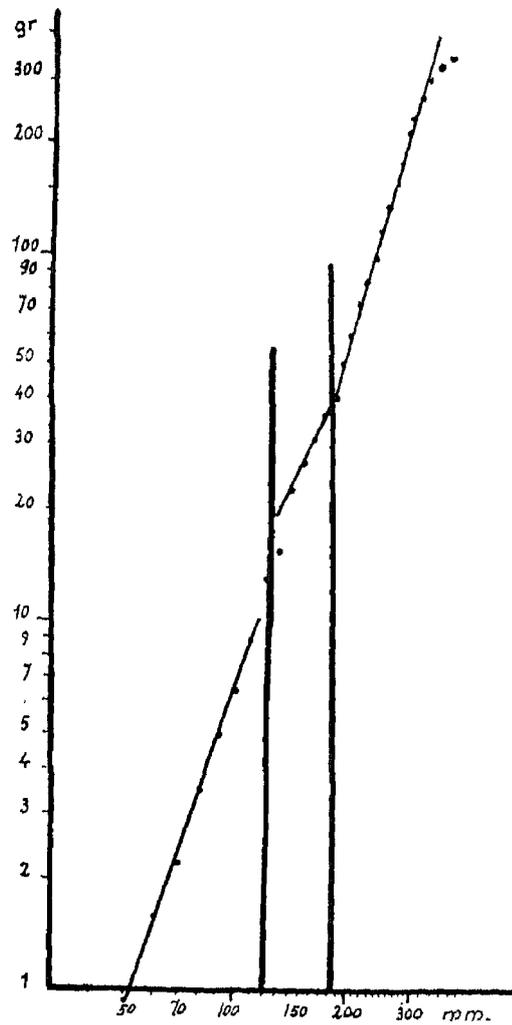


Fig. 18. — Variación de la relación peso total - talla de los ejemplares. Escala logarítmica. Los trazos gruesos verticales indican los puntos de inflexión.

de la actividad sexual. STEVEN también señala un cambio para el tipo de crecimiento para la talla 27,9 cm con un peso de 135 g —muy inferior al nuestro— que cree poder atribuir con fundadas razones a la actividad sexual. Nuestros estudios y la figura 13 muestran que la inflexión en 19 cm indica claramente la influencia de la evolución sexual que se presenta en esta talla según dejamos dicho en las páginas anteriores.

Después del primer ciclo sexual el peso aumenta rápidamente en relación con la talla lo cual está de acuerdo con los datos de LISSNER para el alto Adriático que también encuentra una discontinuidad en 19 cm pero contradice la opinión de STEVEN para la caballa pescada en Plymouth.

Después de lo dicho hasta aquí pasaremos a un análisis más detallado de los resultados obtenidos por nosotros. En primer lugar, estudiaremos la primera etapa de la relación peso-talla; se extiende desde los 6 cm hasta los 11 cm. Esta etapa se caracteriza por un crecimiento bastante considerable aunque como veremos inferior al crecimiento medio en la vida de la caballa. El animal aumenta rápidamente de peso; pero el aumento en la longitud es todavía mayor ya que en tres meses aproximadamente casi dobla su propia talla. Se encuentra en su fase costera donde abundan los pequeños animalitos que le sirven de alimento. La relación peso-talla viene expresada por la siguiente ecuación:

$$y = 0,000683 x^{2,826}$$

Por tanto el valor de $K = 2,826$ es inferior al valor de la potencia cúbica, considerado como normal por los primeros investigadores.

Sin embargo, no es posible pensar que desde las primeras formas larvarias del pez pueda regir la anterior relación, ya que de las observaciones de ROEDEL (1949), sobre los estados larvarios de *Pneumatophorus diego* y otros autores sobre formas primarias de *Scomber scombrus* así como NEEDHAM (1935), que considera que se presenta una primera inflexión alrededor de los 9,45 mm debida en principio a la osificación del individuo, es indudable que las formas larvarias están regidas por otro tipo de relación. Recuérdese lo dicho anteriormente para ciertos pequeños arenques para los que $K = 4$.

A partir de la talla 11 cm se presentan particularidades notables: la presencia de saltos relacionados con la fase siguiente. Están representados por los valores correspondientes a las tallas 12 y 13 cm. Podemos considerarlos como un punto de inflexión difuso.

El fenómeno admite dos explicaciones: o los animales inician su evolución sexual y a causa de ello emigran a aguas más alejadas de la costa, siendo por tanto, debida esta inflexión a la entrada en la primera evolución sexual. DESBROSSES (1936) en *Mullus barbatus* encuentra algo muy parecido. O bien es debido a causas puramente ecológicas relacio-

nadas con el cambio de habitat —tránsito de la fase costera a la fase pelágica— que se inicia aquí precisamente. Para lo primero creemos que se trata de ejemplares excesivamente jóvenes, puesto que la freza no se realiza hasta diciembre y estos ejemplares alcanzan estas tallas en los meses de abril-mayo pareciéndonos excesivo el tiempo de desarrollo de las gonadas. Nosotros más bien lo atribuimos a causas puramente ecológico-ambientales. Un cambio de habitat produce un cambio de forma en *Mullus* (ANANIADIS, 1949).

Sigue a esta primera inflexión de nuestras gráficas un segundo período de regularidad que se caracteriza por su escasa extensión. Comprende desde la talla 14 cm hasta 19 cm que enlaza con la fase siguiente. Hemos separado este período de los grupos 12 y 13 cm siguiendo ante todo un criterio de regularidad.

La relación peso-talla viene expresada por la siguiente fórmula :

$$y = 0,00825 x^{2,456}$$

Observamos por tanto una disminución del valor de $K = 2,456$.

En la talla 19 cm, de acuerdo con LISSNER, se presenta una inflexión dando lugar al principio de la tercera etapa, la cual creemos poder atribuir a la evolución sexual, puesto que, ya en esta talla aparecen los primeros ejemplares diferenciados sexualmente. Presenta para K un valor algo más elevado $K = 3,960$, lo cual está de acuerdo con el rápido aumento de peso de los ejemplares adultos. La relación peso-talla viene expresada por

$$y = 0,000000239 x^{3,960}$$

La curvatura final que presenten las últimas clases de talla posiblemente sea debida a la escasez de datos para estos valores tan elevados ; pero teniendo en cuenta que muy verosimilmente se trata de ejemplares de unos cuatro años de edad, ¿no sería posible que se iniciara el último ciclo descrito por BELLOC para la merluza? Sin embargo, todos ellos presentaban sus gonadas en estado de madurez. Igualmente un ejemplar de 35 cm presentaba también sus gonadas repletas de huevos.

STEVEN encuentra también valores semejantes $K = 2,86$ hasta los 28 cm que recuerdan a los hallados por nosotros en la primera fase, y $K = 3,54$ para valores superiores a 28 cm inferiores a los nuestros en la tercera etapa. El cambio parece más marcado en el Mediterráneo.

Hasta aquí hemos considerado las relaciones que ligan las diversas fases que se presentan en la vida de la caballa por lo que a la relación peso-talla se refiere. No obstante, no está desprovisto de interés resumir los resultados obtenidos en una ley general que aunque menos exacta tiene la ventaja de permitirnos apreciar, si bien de una manera grosera, el valor de las diferencias encontradas para los diferentes valores de K .

La relación peso talla viene expresada por la ecuación :

$$y = 0,0000209 x^{3,1}$$

Este valor de K nos muestra la importancia, dada su fuerte diferencia, de los valores obtenidos para cada una de las tres fases estudiadas : $K = 2,826$, $K = 2,456$ y $K = 3,960$. Mientras las dos primeras se caracterizan por un valor de crecimiento en peso inferior al normal, de un modo especial por lo que hace referencia a las tallas 14 y 18 cm en las que el animal presenta una forma extraordinariamente alargada, la última etapa examinada se caracteriza por un notable aumento del valor de K muy próximo a 4. Esta constante ha sido encontrada, como se recordará, en los pequeños arenques.

LA RELACIÓN PESO-TALLA EN LOS ANIMALES DESVISCERADOS

Hasta aquí hemos considerado siempre el peso global e íntegro de los ejemplares, es preciso que consideremos también el peso desviscerado y sus relaciones con la longitud del individuo a lo largo de la vida.

La relación obtenida es del tipo :

$$y = 0,0000458 x^{3,3}$$

la cual muestra un crecimiento mayor en peso de la masa cárnea en los animales a los que previamente hemos extirpado las vísceras. De ello deducimos que el crecimiento visceral, prescindiendo de las gonadas es escaso, desarrollándose intensamente en los primeros períodos de la vida, para quedar luego muy amortiguado. En el capítulo dedicado a la alimentación podrán observarse consecuencias similares. El aumento de peso en carne al aumentar la longitud es mayor que el experimentado por el individuo en conjunto.

Considerando las diferencias entre el peso total y el peso desviscerado no encontramos un aumento regular sino más bien una serie de saltos. Podríamos establecer grupos de diferencias : las tallas 80-90-100 mm presentan diferencias del orden de 0,7 g, las tallas 160-170-180 mm oscilan por lo que a sus diferencias en peso se refieren alrededor de los 3 g y finalmente hasta los 300 mm unos 20-25 g.

No sabemos encontrar ninguna justificación a estos saltos en los valores de las diferencias pues ni la repleción gástrica ni el desarrollo de las gonadas pueden servirnos de base para su explicación. Sin embargo, creemos de interés anotar que estos períodos de iguales diferencias casi se corresponden con las tres fases anunciadas en la relación peso-talla,

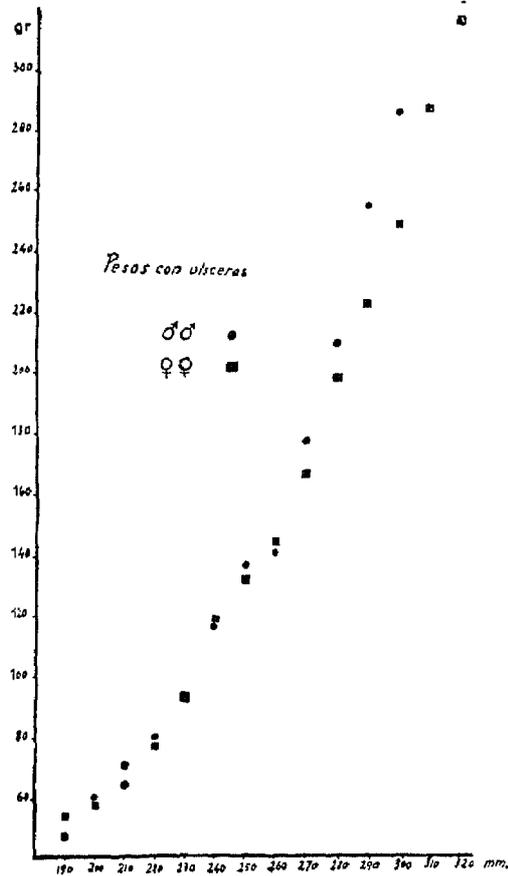


FIG. 14. — Valores medios de los pesos totales en ambos sexos por tallas.

como si el desarrollo visceral de alguna manera también sufriera saltos. El mayor valor de las diferencias en el último grupo posiblemente se debe a la presencia de gonadas en todos sus estados de desenvolvimiento.

DIFERENCIAS SEXUALES EN LA RELACIÓN PESO-TALLA

En los pesos totales entre machos y hembras que los valores se presentan muy semejantes en ambos sexos desde 19 a 26 cm ; pero a partir de aquí, las diferencias se acentúan extraordinariamente a favor de los machos mayores en peso que las hembras. Si pasamos a considerar los pesos

desviscerados obtenemos resultados completamente diferentes a los anteriores: en general se va manteniendo más o menos constante y no podemos decir que haya un claro predominio de uno de los dos sexos. Por tanto el mayor peso total de los machos no puede ser debido a otra cosa que al mayor peso de las vísceras en este sexo. Efectivamente, consultando las tablas de pesos medios de gonadas en machos y hembras observamos, en general, un mayor peso medio de las gonadas masculinas, lo cual explica las diferencias apuntadas. También las diferencias entre los pesos con vísceras y sin ellas son mayores en los machos que en las hembras.

Los valores encontrados para la relación peso-talla en cada uno de los dos sexos es como sigue:

machos:

$$y = 0,000000473 x^{4,089}$$

hembras:

$$y = 0,0000261 x^{3,557}$$

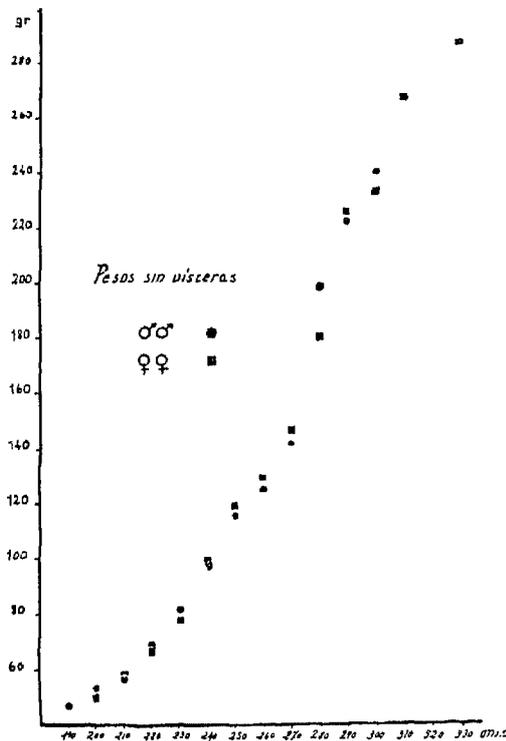


FIG. 15. — Valores medios de los pesos totales sin vísceras en ambos sexos por tallas.

Los datos están referidos al peso total. Como ya se ha hecho notar anteriormente es preciso mencionar el mayor valor de crecimiento en peso para los machos $K = 4,089$, valor extraordinariamente alto. Sin embargo, ello parece encontrar un firme apoyo al considerar la forma más bien gruesa que va adquiriendo el ejemplar en las tallas superiores capturadas en nuestras pesquerías.

RESUMEN

La consideración global de lo hasta aquí expuesto, nos obliga a distinguir tres períodos en la vida de la caballa por lo que a la relación peso-talla se refiere: 1.º de los 5 cm hasta los 11 cm con un coeficiente K algo inferior al valor 3 considerado como normal. Posiblemente se podría distinguir una fase anterior cuyo valor sería aún más elevado. 2.º un punto de inflexión difuso al que sigue la segunda etapa de crecimiento, el más lento de todos $K = 2,4$, posiblemente debido, este cambio, a causas ecológicas. 3.º un período de crecimiento rápido, $K = 3,9$ que se nos manifiesta por una forma globosa del cuerpo. En este período las diferencias entre el peso con vísceras y sin ellas aumenta considerablemente debido a los órganos sexuales. La presencia de la primera sexualidad es sin duda la causa de esta inflexión.

Las diferencias por lo que se refiere al valor de K , muestran un claro predominio de los machos $K = 4,08$ mientras en las hembras tenemos $K = 3,55$.

La influencia de la alimentación, la cual como luego veremos, varía a lo largo de la vida de la caballa, carece de importancia.

De las observaciones realizadas por otros autores parece que un cambio en la temperatura en los estadios del desarrollo puede ocasionar una variación en el valor de K mientras que parece carecer de importancia el valor de la temperatura, dentro de ciertos límites, con tal que se mantenga uniforme.

No se ha utilizado el coeficiente de condición $\frac{1000 \times \text{Peso}}{\text{long.}^3}$ debido a estar sometido a numerosas fluctuaciones. Experiencias realizadas en *Salmo salar* muestran que, mientras es extraordinaria la constancia de K , el coeficiente de condición varía en sumo grado. KESTEVEN (1947), propone el uso de la relación volumen-peso como más eficaz que el anterior coeficiente.

TABLA XIX

Comparación de los pesos medios distribuidos por tallas de 10 en 10 mm en el alto Adriático y en el mar catalán

Tallas	11	12	13	14	15	16	17	18
Pesos :								
Adriático	10,0	11,0	13,5	17,0	23,5	28,5	37,0	40,0
Mar catalán	8,9	12,8	15,5	22,3	26,2	30,7	35,6	40,6
Tallas	19	20	21	22	23	24	25	26
Pesos :								
Adriático	45,0	60,0	70,0	80,0	.	.	110,0	.
Mar catalán	49,4	58,5	71,8	82,7	94,9	115,1	133,0	148,8

TABLA XX

Medias de pesos desviscerados de los ejemplares distribuidos por tallas de 10 en 10 mm. Machos, hembras e indiferenciados.
F, número de ejemplares ; M, valor medio ; T, valor total.

LONG. DE CLASES	MACHOS			HEMBRAS			EN CONJUNTO		
	F	M	T	F	M	T	F	M	T
50	.	.	.	.	.	.	.	.	.
60	.	.	.	.	.	.	.	.	.
70	.	.	.	.	.	.	.	.	.
80	.	.	.	.	.	.	7	2,8	19,9
90	.	.	.	.	.	.	16	4,2	67,5
100	.	.	.	.	.	.	24	5,7	137,5
110	.	.	.	.	.	.	21	7,4	156,0
120	.	.	.	.	.	.	6	8,6	52,0
130	.	.	.	.	.	.	.	.	.
140	.	.	.	.	.	.	.	.	.
150	.	.	.	.	.	.	3	26,1	72,5
160	.	.	.	.	.	.	12	28,5	323,0
170	.	.	.	.	.	.	19	32,7	621,5
180	.	.	.	.	.	.	5	37,8	189,0
190	2	46,7	93,5	.	.	.	3	44,8	134,5
200	22	52,6	1158,5	24	49,6	1191,5	48	52,1	2460,0
210	56	57,4	3219,5	74	58,5	4329,0	136	58,2	7925,5
220	61	69,1	4221,0	59	67,1	3962,5	139	67,7	9417,0
230	28	81,8	2293,0	26	77,9	2025,5	58	80,2	4655,5
240	26	99,8	2597,0	17	98,7	1678,0	46	99,7	4587,5
250	15	115,9	1739,5	19	119,2	2265,5	35	117,2	4103,0
260	9	124,9	1124,5	6	129,5	777,0	15	126,7	1901,5
270	2	142,0	284,0	5	146,7	733,5	8	149,0	1192,5
280	4	198,0	791,0	6	180,4	1082,5	10	187,4	1874,5
290	3	222,6	668,0	8	226,3	1811,0	12	213,6	2564,0
300	1	240,0	240,0	9	233,8	2104,5	10	234,4	2344,5
310	.	.	.	1	267,5	267,5	1	267,5	267,5
320	.	.	.	.	.	.	.	.	.
330	.	.	.	1	287,5	287,5	1	287,5	287,5

TABLA XXI

Valores medios de los pesos totales de los ejemplares distribuidos por tallas de 10 en 10 mm. Machos, hembras e indiferenciados.
F, número de ejemplares; M, valor medio; T, valor total.

LONG. DE CLASES	MACHOS			HEMBRAS			EN CONJUNTO		
	F	M	T	F	M	T	F	M	T
50	.	.	.	.	.	.	6	0,9	5,7
60	.	.	.	.	.	.	17	1,6	28,0
70	.	.	.	.	.	.	16	2,2	36,4
80	.	.	.	.	.	.	30	3,5	106,9
90	.	.	.	.	.	.	63	4,9	313,3
100	.	.	.	.	.	.	39	6,4	253,0
110	.	.	.	.	.	.	35	8,9	311,5
120	.	.	.	.	.	.	61	12,8	774,5
130	.	.	.	.	.	.	13	15,5	201,4
140	.	.	.	.	.	.	29	22,3	648,0
150	.	.	.	.	.	.	38	26,2	997,0
160	.	.	.	.	.	.	18	30,7	553,0
170	.	.	.	.	.	.	107	35,6	3813,0
180	.	.	.	.	.	.	90	40,6	3654,5
190	8	46,1	370	14	52,8	740,5	74	49,4	3656,0
200	42	58,5	243,9	49	56,6	2775,5	134	58,5	10670,5
210	58	61,0	353,9	76	69,6	5295,0	211	71,8	15155,5
220	65	78,7	5117,5	65	74,43	4968,5	191	82,7	15801,5
230	44	92,4	4066,5	39	92,4	3507,0	121	94,9	11490,5
240	29	116,2	3371,5	25	117,3	2933,0	83	115,2	9565,5
250	29	135,5	3930,5	50	131,6	6854,5	103	133,0	13699,5
260	28	139,8	3914,5	37	142,9	5290,0	88	148,3	13057,5
270	23	176,6	4062,0	32	165,8	5307,0	74	172,5	12696,0
280	12	208,7	2505,5	21	196,6	4130,5	42	208,5	8759,0
290	6	253,8	1523,0	20	221,6	4439,5	27	223,6	6172,5
300	2	285,0	570,0	11	247,9	2727,5	14	255,5	3577,5
310	.	.	.	1	287,5	287,5	1	287,5	287,5
320	.	.	.	1	316,0	316,0	1	316,0	316,0
330	.	.	.	1	322,5	322,5	1	322,5	322,5

TABLA XXII

Diferencias entre las medidas de los pesos totales y desviscerados de los ejemplares distribuidos por tallas de 10 en 10 mm. Machos, hembras e indiferenciados. F, número de ejemplares, es igual al de la gráfica anterior.

LONG. DE CLASES	MACHOS	HEMBRAS	EN CON- JUNTO	LONG. DE CLASES	MACHOS	HEMBRAS	EN CON- JUNTO
50	.	.	.	200	5,9	7,0	7,3
60	.	.	.	210	3,6	11,1	13,6
70	.	.	.	220	9,6	9,3	15,0
80	.	.	0,7	230	10,6	14,5	14,7
90	.	.	0,7	240	16,4	17,6	15,5
100	.	.	0,7	250	19,6	12,4	15,8
110	.	.	1,5	260	14,9	13,4	21,6
120	.	.	4,2	270	24,6	19,1	23,5
130	.	.	.	280	10,7	16,2	21,1
140	.	.	.	290	31,2	.	15,0
150	.	.	0,1	300	45,0	14,1	21,1
160	.	.	2,2	310	.	20,0	20,0
170	.	.	2,9	320	.	.	.
180	.	.	2,8	330	.	35,0	35,0
190	.	.	4,6				

CARACTERES MERÍSTICOS

Nuestra atención se ha fijado exclusivamente sobre tres caracteres: número de vértebras, número de pinnulas y número de radios de la primera dorsal.

A) El número de vértebras fue contado en varios lotes y ante la constancia de su valor igual a 31 vértebras, se prescindió de su estudio. LISSNER encuentra $30,9998 \pm 0,00311$ dato, que, como puede observarse, es análogo al observado por nosotros en el Mediterráneo occidental. En poquísimos casos hemos observado 30-32 vértebras. Por todo lo cual consideramos autorizados para admitir la constancia del valor 31 para el número de vértebras en la caballa.

B) Número de pinnulas dorsales. Este carácter ha sido estudiado en 550 ejemplares pescados desde 1-VI-50 hasta 18-I-51, o sea durante el período del año en que abundan las tallas centrales (desde 198,4 a 269,0 mm). Los datos reunidos nos quitan todo el valor a este carácter

pues las irregularidades, 6 y 4 pínulas, son escasísimas, presentándose un 1,63 % de ejemplares con 6 pínulas y un 1,090 % con 4 ; siendo el conjunto de las anomalías el 2,72 % del total.

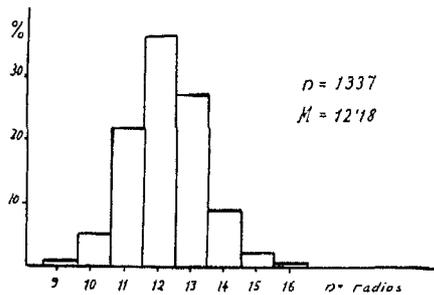


FIG. 16. — Distribución del número de radios de la 1.^a dorsal.

Nos inclinamos a pensar que se trata más bien de un carácter anómalo el hecho de que, aparte la constancia del valor 5 varios de los casos examinados la variación del número de pínulas, iba acompañado de una variación paralela en el número de vértebras que pasaban a los valores 30 o 42 correspondientes a los valores 4 y 6 de las pínulas observadas.

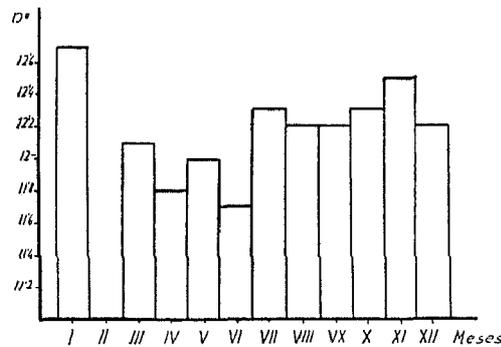


FIG. 17. — Variación mensual del número de radios.

C) Número de radios de la primera dorsal. Al intentar el conteo de los radios de la primera dorsal tropezamos al principio con serias dificultades de orden técnico. La dificultad se presentaba al considerar si debían o no tenerse en cuentas las pequeñas espinas que en mayor o menor número aparecen detrás de la aleta propiamente dicha. Finalmente

seguimos la siguiente técnica : previo recorrer con las puntas de unas pinzas el dorso del pez en el sentido, de atrás a adelante, empezamos a contar al encontrar la primera resistencia aunque no se observara la membrana interrredial.

Antes de pasar adelante transcribimos, uniéndola nuestros datos, un cuadro aportado por LISSNER en que se resumen muchos de los datos recogidos sobre el particular.

Procedencia	N.º de radios	Autor
América del Norte	11,88	Gastang
Kategat	11,945	Nilsson
Mar del Norte	12-12,04	Gastang
Irlanda	12,44-12,23	»
Canal inglés	12,16	»
Bósforo	12,68	Lissner
Escocia	13,40-13,77	Williamson
Alto Adriático	14,097	Lissner
Mar catalán	12,18	Bas

Al observar esta tabla-resumen nos damos cuenta, y ésta ha sido nuestra intención al transcribirla, de la presencia de grupos muy distintos geográficamente y que sin embargo, presentan análogos valores en cuanto a este carácter. Nuestro valor medio agruparía a la caballa de nuestras costas con las que pescan en el Mar del Norte, Irlanda y Canal inglés, diferenciándose extraordinariamente de aquellas del Bósforo y Adriático que presentan un valor medio mucho más elevado así como de las de América del Norte y Kategat que lo presentan algo más bajo. Algo semejante encuentra LISSNER al tener en cuenta los radios de la segunda dorsal y las pinnulas : en este caso la caballa procedente del Bósforo y Adriático se une a la del NW de Europa, diferenciándose del grupo Kategat y América del Norte.

DISTRIBUCIÓN MENSUAL DEL NÚMERO DE RADIOS

La distribución mensual del número de radios nos indica la presencia de un máximo invernal seguido de un mínimo primaveral caracterizándose el resto del año por una estabilidad alrededor del valor medio 12-18. Por otra parte si consideramos el número de radios distribuidos por tallas tenemos una distribución creciente desde 6 cm hasta 12 cm, una zona variable que culmina con un mínimo en 16 cm y finalmente, a partir del

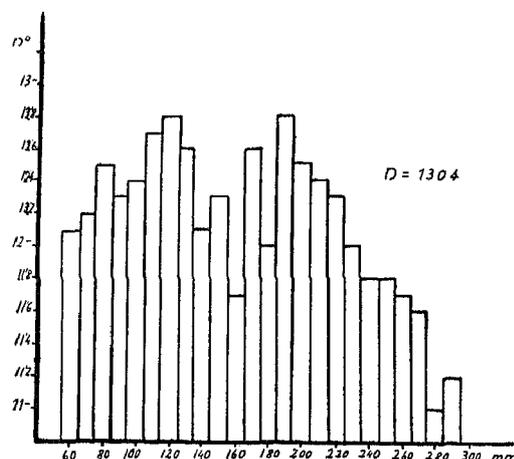


FIG. 18. — Variación del número de los radios de la 1.^a dorsal según la talla de los ejemplares.

máximo localizado en 19 cm ; un descenso seguro y paulatino hasta alcanzar valores muy inferiores a los presentados en el inicio de la curva : 11 y 11,2 para las clases 28-29 cm.

La posición sustentada por nosotros es que más bien que tratarse de un carácter estable está sometido a extraordinarias fluctuaciones debido principalmente a la actividad metabólica del ciclo vital del ejemplar y la relación peso-pantalla. La distribución de dicho carácter por tallas y a lo largo del año, así como la distribución de las tallas de los ejemplares durante dicho período de tiempo parecen apoyarlo. En primer lugar los mínimos aparecen en primavera, marzo, abril, mayo, junio, tiempo durante el cual, al paso que aparecen los ejemplares jóvenes se presentan también en mayor cantidad los adultos ; todos ellos son ejemplares de un número de radios más bien bajo. En esta época del año abundan mucho los ejemplares de mayor talla de número de radios más bien bajo. Los individuos de muy exiguo tamaño son de aspecto algo rechoncho (ROEDEL) y en su crecimiento sufren un rápido estiramiento con el consiguiente aumento del número de radios.

La variación en el número de radios para las tallas 13-18 cm que se presentan en los meses de julio agosto —equilibrio estival— es quizá debido a las diversas condiciones en que se encuentran los animales en el momento en que, abandonando la zona costera, se dirigen a aguas más abiertas. Finalmente, el máximo invernal en 19 cm corresponde en primer lugar al período de preparación de la freza, y muy fundamentalmente al cambio en la relación peso-talla que se verifica aquí precisamente (véase también LISSNER).

TABLA XXIII
Distribución del número de radios por meses

N.º RADIOS	1950									1951				%
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	III	IV	V	
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	0,3
10	10	9	6	2	1	.	.	1	6	.	11	22	1	5,9
11	22	36	36	24	13	14	6	11	24	22	29	50	6	21,6
12	40	37	34	38	24	25	14	40	32	46	53	66	23	35,3
13	31	18	15	46	12	16	7	27	22	69	45	38	6	26,3
14	1	2	3	10	3	5	6	12	13	29	14	11	8	8,7
15	.	.	1	2	3	1	.	3	3	8	1	6	.	2,0
16	.	.	.	.	.	.	.	1	.	3	.	.	.	0,2
Suma	104	99	95	122	56	61	33	95	100	177	153	198	44	1337
Media	11,9	11,7	11,7	12,3	12,2	12,2	12,3	12,5	12,2	12,7	12,1	11,8	12,3	12,18

TABLA XXIV

Resumen de los datos recogidos acerca de la capacidad gástrica y alimentación de la caballa. Los pesos medios comprenden la masa muscular gástrica más el contenido. La talla se refiere a los ejemplares. Talla en milímetros y peso en gramos.

LOTE	FECHA	TALLA MEDIA	PESO MEDIO	CONTENIDO GÁSTRICO
1	2-VIII-49	175,0	.	En 81 ejemplares, 71 presentan los estómagos repletos de escamas.
11	12-IV-50	119,4	.	Los 12 ejemplares estudiados presentan restos de <i>Ammodytes cicercellus</i> , algunos todavía en la boca.
15	26-IV-50	145,6	.	Los 26 ejemplares estudiados presentan <i>A. cicercellus</i> , <i>Engraulis encrasicolus</i> de pequeño tamaño.
24	14-VII-50	205,0	.	De 57 ejemplares solamente dos contenían restos de peces.
25	18-VIII-50	269,0	.	De 10 ejemplares, uno contenía un pequeño <i>Myctofurca</i> , y otro, un pez no identificable.
12	17-IV-50	277,0	.	Todos los estómagos presentan grandes cantidades de pequeños crustáceos (<i>Aristeus</i> , etc.).
21	2-VI-50	252,0	.	No identificable.
29	20-IX-50	222,0	.	Uno de los ejemplares presenta en la boca un trozo de alga (<i>Halopteris?</i>).
33	15-VII-50	211,0	1,275	Entre 50 ejemplares, uno presenta restos de gusanos tubícolas.
36	18-I-51	210,0	.	Un ejemplar presenta un <i>Capros aper</i> de exiguo tamaño.
38	7-III-51	228,0	2,4	Anfípodos y restos no determinables. Restos de peces, muy posiblemente <i>A. cicercellus</i> .
39	III-51	69,6	.	Alevines y peces de pequeña talla.
41	30-III-51	87,0	0,911	Pequeños peces, posiblemente <i>Sardina pilchardus</i> .
42	6-IV-51	227,0	2,829	Pequeños peces no identificables. Posiblemente: ammodítidos, clupeidos y engráulidos. Restos cónicos en digestión.
43	10-IV-51	100,3	0,666	—
44	14-IV-51	244,5	2,477	—
45	29-IV-51	250,6	2,767	—
47	8-V-51	284,6	4,000	Restos de peces.
48	18-V-51	158,0	1,416	Peces descompuestos de pequeño tamaño. Uno, por su trompa, parece un Sygnátido.
49	29-V-51	169,3	1,840	Un pez de unos 5 cm; gran cantidad de escamas de sardina joven.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA ALIMENTACIÓN Y CAPACIDAD GÁSTRICA DE LA CABALLA

Con el propósito de dar una visión lo más completa posible nos insinuamos en el estudio más bien que del contenido gástrico, de su variación durante el ciclo anual así como durante la vida del ser. En realidad son pocos los datos que poseemos: estudio de muestras de 21 lotes, tan sólo correlativos en su última parte aunque en conjunto comprenden un ciclo anual completo. En la Tabla XXIV se encuentran catalogados los resul-

tados del análisis de numerosos estómagos así como el peso medio de algunos de ellos. Este dato, aparentemente sin interés, sí hemos creído que lo tenía, por cuyo motivo hemos elaborado la gráfica de la figura 19 en la que si bien no podemos apoyar mayores deducciones nos muestra un rápido aumento de la masa muscular gástrica al compás de los primeros estadios del crecimiento en longitud de los ejemplares.

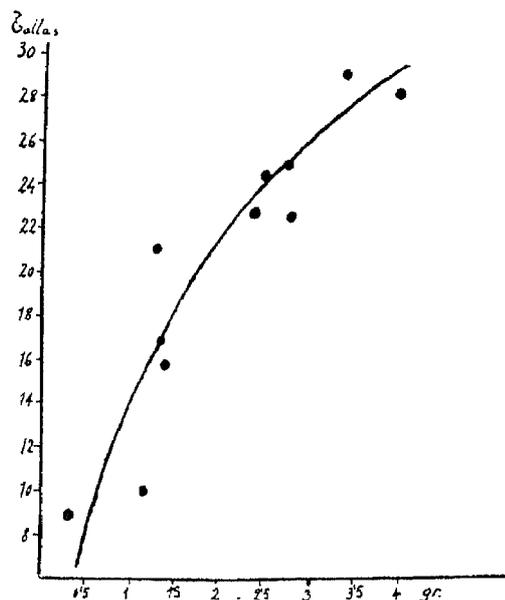


FIG. 19. — Peso medio de los estómagos según el tamaño de los ejemplares.

VARIACIÓN MENSUAL DE LA REPLECIÓN GÁSTRICA

En la Tabla XXV se distribuyen por meses los datos reunidos aplicando la escala de cuatro valores según dejamos indicado en el capítulo destinado a Material y método. Aquí añadiremos que el número de los ejemplares considerados siguiendo este método es de 1412.

Del examen deducimos que los únicos meses del año en que los ejemplares son pescados con los estómagos más o menos parcialmente llenos son los meses primaverales. La escasa repleción gástrica en el resto del año puede tener dos explicaciones: en primer lugar la escasez de alimentos aprovechables para la caballa —peces y crustáceos jóvenes—, y en segundo lugar la vida principalmente en aguas profundas —béntica— de los animales en este período del año. Esto último viene apoyado por el hecho de que la mayoría proceden de los artes de arrastre.

TIPO DE ALIMENTACIÓN

En cuanto al tipo de alimentación la caballa es exclusivamente carnívora, pues el fragmento de alga (*Halopteris?*) encontrado en la boca de un ejemplar del lote pescado en 20-IX-50 no creemos tenga ningún interés. Nótese, sin embargo, que esta alga es más bien de aguas algo profundas (Bas) lo que se relaciona con la vida bentónica de estos animales durante la última mitad del año (septiembre). En principio se pueden distinguir dos grupos: los ejemplares hasta tallas inferiores a los 19 cm, cuyos contenidos gástricos se caracterizan por la abundancia de *Ammodytes cicerellus*, sardina y anchoa de pequeño tamaño, escamas de sardina joven y algún que otro pececillo costero. El segundo grupo comprende los ejemplares de mayor talla que no muestra una predilección determinada: peces de todos los tipos, crustáceos, etc. La presencia de ejemplares del género *Myctophum* apoya lo dicho anteriormente sobre la vida bentónica de estos animales durante algunos períodos del año. Las características del primer grupo están completamente de acuerdo con la vida costera que hemos señalado para los ejemplares jóvenes.

Resumiendo podemos decir que la alimentación es fundamentalmente cárnea estando determinada por la ecología del animal y la mayor abundancia de elementos útiles para su alimentación, variable según las épocas del año. Así durante los meses de marzo y abril, mientras los ejemplares jóvenes se alimentan de peces costeros, aquéllos que alcanzan los 20 cm lo hacen de parrocha, anfípodos y pequeñas gambitas (*Aristeus?*) muy abundantes en estos meses.

VARIACIÓN EN EL PESO, DE LOS ESTÓMAGOS

Finalmente considerando que podría tener interés el peso medio de los estómagos de cada lote hemos separado al azar, con el fin de neutralizar, en lo posible, las variaciones que en el peso se pueden presentar por causa del contenido, unos cuantos estómagos, generalmente 10, los cuales se han pesado globalmente, deduciéndose a continuación el valor medio. El número de lotes examinados es de 11 y el de estómagos 105.

La figura 19 reúne en forma gráfica los resultados antedichos. Es curioso señalar la diferencia existente entre el aumento en peso de los ejemplares, según las diversas tallas, y el aumento en peso de los respectivos estómagos. Mientras en el primer caso la relación peso-talla va siendo cada vez mayor a medida que aumenta la talla, en el segundo, ocurre lo contrario; la relación peso del estómago-talla total del ejemplar dis-

TABLA XXV

Distribución de los diversos estados de repleción gástrica a lo largo de los meses estudiados

	1949		IX		1950		I		II		III		IV		V		VI		VII	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
I	61	34,2	140	100,0	49	75,6	76	82,6	48	96,0	28	29,4	3	3,0	18	18,3	118	97,5		
II	51	28,6	.	.	10	15,6	14	15,0	2	4,0	9	9,4	43	44,3	40	40,8	2	1,6		
III	45	25,3	.	.	3	4,6	2	2,1	.	.	3	3,1	39	40,2	25	25,5	.	.		
IV	21	11,7	.	.	2	3,1	.	.	.	.	55	57,8	12	12,3	15	15,3	1	0,8		

	1950		IX		X		XI		XII		1951		I		III		IV		V	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
I	48	85,7	30	73,1	22	73,3	57	93,4	88	88,0	114	77,0	26	42,6	44	35,7	26	46,4		
II	7	12,5	11	26,8	8	26,6	4	6,5	10	10,0	26	17,5	24	39,3	53	43,0	16	28,5		
III	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2,0	6	4,0	8	13,1	20	16,2	8	14,2		
IV	1	1,7	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1,3	3	4,9	6	4,8	6	10,7		

minuye con el aumento de esta última. La dispersión de los datos es posiblemente debida a la diferencia de repleción estomacal. A causa de ello no queremos hacer sino una consideración sin pretensiones de mayor envergadura: la importancia que para ulteriores deducciones puede tener la relación del peso medio del estómago en particular y del tubo digestivo en general, como expresión de su superficie, con la capacidad asimiladora del animal (BERTELANFLY).

EL CRECIMIENTO EN LOS ORGANOS SEXUALES

A nadie se oculta la importancia que en todo animal tienen sus órganos sexuales. Ellos son, por así decirlo, los encargados de la continuidad. Pero es que además, en los peces, sus ciclos o períodos de actividad sexual tienen notoria importancia, como puede deducirse de lo anteriormente expuesto. En primer ciclo sexual influye de una manera decisiva en el desarrollo del animal. Posiblemente los sucesivos ciclos también dejan sentir influencia, aunque ella sea de menor importancia. Todo ello nos impide prescindir de su estudio.

Muchos han sido los autores que se han ocupado de las condiciones de freza de los peces. En el caso de la caballa citaremos a EHREMBaum, LISSNER, ROEDEL, STEVEN, etc. Sin embargo, la mayoría de estos autores se han preocupado de estudiar las condiciones de freza de una manera general. El problema del crecimiento de las gonadas ha sido escasamente tratado por los investigadores. HICKLING lo estudia en el arenque, LE CREN, en 1951, en la perca, ANDREU-RODRIGUEZ RODA en la caballa en 1952. El problema de encontrar una escala de valores para la apreciación rápida de los estados sexuales en estos animales ha sido tratado por STEVEN en la caballa y FRADE en el atún aunque bajo un punto de vista diferente.

Nosotros distinguiremos las siguientes partes: en primer lugar un estudio del crecimiento de los órganos sexuales en sí mismos, independientes del organismo a que pertenecen. En segundo lugar unas consideraciones acerca de la variación del peso medio de las gonadas según la talla de los ejemplares. Ello lo repetiremos para cada uno de los estados sexuales que de un modo arbitrario, hemos formulado. Finalmente, un ligero estudio de las variaciones que machos y hembras presentan en el aspecto externo, así como del tamaño de los huevos. No pretendemos presentar una escala de sexualidad, solamente contribuir a describir el crecimiento de estos órganos en cada uno de sus ciclos.

En primer lugar es preciso que dejemos bien sentado los valores de esta escala que de un modo arbitrario hemos utilizado.

Los escasos ejemplares que empiezan a desarrollar sus gonadas —es-

tado I— y los individuos en estado de reposo —estado II— los hemos unido formando el estado I-II o simplemente II.

Los ejemplares que ya presentan señales evidente de desarrollo con caracteres que en los clupeidos corresponderían a los estados III y IV los hemos encuadrado en el estado III-IV. Colores variable, alrededor del rosa, huevos abundantes. En los machos color más o menos lechoso.

Con los ejemplares en los que las gonadas presentan características evidentes de una freza próxima hemos formado el estado V.

Estado VI : freza. Ovarios grandes repletos de huevos, muchos de ellos transparentes y testículos que dejan escurrir espermas por ligera presión.

El conjunto de ejemplares que presentan señales evidentes de una freza reciente constituyen para nosotros el estado VIII.

Insistimos en que esta escala no pretende tener ningún valor definitivo. Es tan sólo una distribución más o menos arbitraria, que si bien hemos procurado se ajustara en lo posible a la realidad, no tiene otro objeto que la de constituir una base o hipótesis de trabajo que nos permitiera manipular los datos de la forma adecuada.

El establecimiento de una escala de estados sexuales es algo que requiere otros métodos y otras averiguaciones que nosotros no hemos realizado y que por otra parte están fuera del alcance de nuestro tema.

Crecimiento de los órganos sexuales en sí mismos

Hasta el presente sólo tenemos noticia de haberse estudiado el crecimiento de los órganos sexuales comparado con el crecimiento en longitud y con la edad de los peces. De los datos obtenidos se pueden deducir una serie de fórmulas que expresan la interrelación existente. Sin embargo, nosotros hemos creído que podría tener interés estudiar el crecimiento en sí mismo, considerando la relación peso-talla de las gonadas como expresión del mismo.

Hemos estudiado por separado los machos de las hembras y con cada uno de ambos sexos se han hecho tres grupos correspondientes a la talla totales 19-23 cm, 24-27 cm y 28-33 cm. La longitud de las gonadas fue tomada en milímetros y el peso en decigramos.

Teniendo en cuenta que precisamente durante el desarrollo de las gonadas el animal sufre un estancamiento en su desarrollo corpóreo se fundamenta por una parte, relacionar las gonadas con las tallas totales y por otra el prescindir de estas últimas en el estudio del crecimiento mismo de estos órganos. Además es muy interesante observar el diverso comportamiento en cada uno de los distintos ciclos sexuales y diversos grupos estudiados, a fin de darse idea de posibles diferencias. Sin embargo, solamente el primer ciclo ofrece la suficiente garantía para que

TABLA XXVI

Distribución de los pesos de las gonadas de caballa por clases de talla de las gonadas de 5 en 5 mm. El conjunto de todos los datos se distribuye en tres grupos según el tamaño de los ejemplares.

TALLA CLASES GONADAS	190-230 mm				240-270 mm				280-330 mm			
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
25	1	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
35	4	4,1	2	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.
40	17	4,0	18	2,9	.	.	1	0,04	.	.	.	.
45	48	4,7	28,3	3,9	.	.	2	0,2	.	.	4	0,06
50	73	2,2	33	8,9	4	0,6	.	.	.	.	.	.
55	26	8,5	30	12,6	5	0,99	6	0,15	.	.	.	.
60	11	13,4	18	15,1	5	0,98	6	0,4	2	1,6	.	.
65	6	36,2	15	22,0	3	1,1	2	1,4	1	3,7	.	.
70	6	38,3	18	29,6	.	.	5	4,9	2	1,3	.	.
75	5	75,1	18	44,0	1	7,8	2	5,1	2	1,2	.	.
80	2	49,8	12	59,4	3	9,9	2	5,3	1	1,9	.	.
85	.	.	5	80,5	1	3,6	1	10,5	1	10,5	.	.
90	.	.	.	.	.	.	1	8,3	1	9,2	.	.
95	.	.	.	.	.	.	1	8,3	1	15,1	.	.
100	.	.	.	.	4	19,2	1	15,3	.	.	.	.
105	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	23,7

Variaciones en gonadas que han pasado la freza

45	.	.	1	5,7	.	.	2	0,3	.	.	.	.
50	2	6,3	7	7,9	2	0,6	2	0,2	1	1,7	1	0,9
55	.	.	3	7,1	6	0,8	12	0,4	.	.	3	0,4
60	.	.	1	8,2	7	0,7	3	0,6	3	1,7	4	0,8
65	.	.	.	.	6	0,83	1	1,3	5	1,6	3	1,7
70	.	.	.	.	2	0,7	.	.	7	1,9	.	.
75	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4,05	.	.

sobre él puedan hacerse deducciones importantes. Los dos grupos restantes sólo pretendemos que nos sirvan de orientación acerca del tipo de crecimiento.

Machos

Los datos obtenidos fueron dispuestos sobre papel milimétrico, obteniéndose una curva bastante regular. Si los transformamos en valores logarítmicos, observamos que los puntos están colocados sobre una línea recta de extraordinaria pendiente lo que se confirma al encontrarnos con un valor de K extraordinariamente alto.

$$y = 0,000000586 x^{4,2}$$

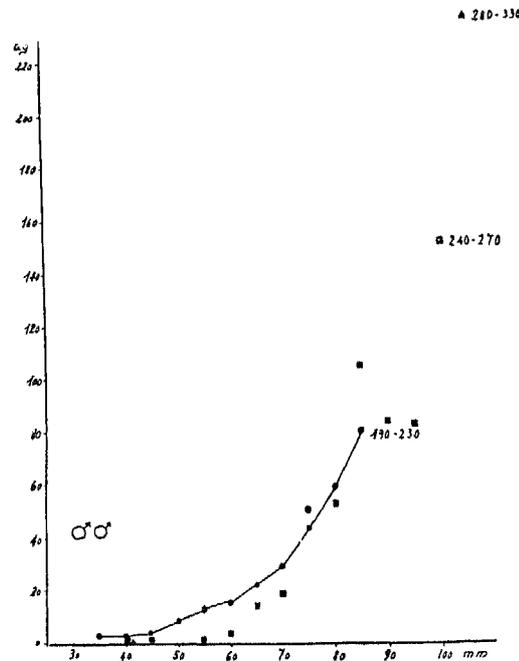


FIG. 20. — Variación de la relación peso-talla de las gonadas masculinas en diversos grupos de tallas.

Ello nos indica claramente que se trata de órganos cuyo crecimiento es uniforme hasta el completo estado de madurez sexual —estado VI— viniendo representado por una línea de extraordinaria pendiente. El valor de $K = 4,2$ es muy semejante con los encontrados para la relación peso-talla de estos animales en el tercer período estudiado (véase capítulo Relación peso-talla).

Como es lógico suponer no se han tenido en cuenta en la confección de las gráficas los datos correspondientes a estados de postfreza que proporcionarían resultados defectuosos.

En el segundo ciclo sexual estudiado observamos que mientras los valores para los primeros estadios del desarrollo son inferiores a los del primer ciclo, luego en los últimos estadios se alcanzan valores muy superiores en longitud y peso.

Del último grupo poseemos sólo dos datos, debido a lo cual nos es completamente imposible hacer la menor conjetura. Es únicamente digno de mención que mientras uno de los valores obtenidos, correspondiente a los estadios, iniciales, es del mismo orden que los de los demás grupos, el otro que corresponde al final del desarrollo, es mucho mayor que los homólogos de los grupos anteriores. Parece por tanto que a medida que

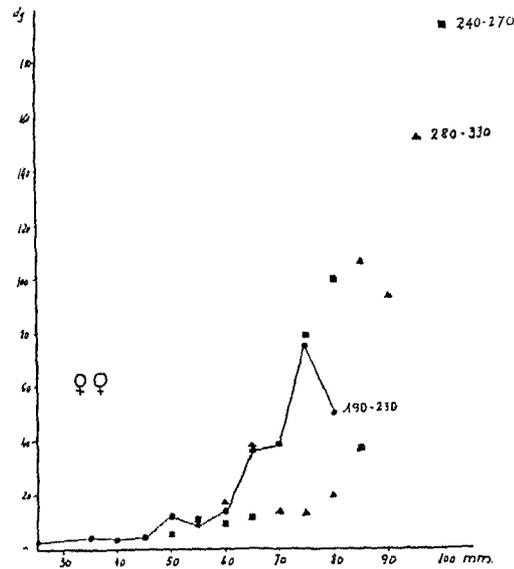


FIG. 21. — Variación de la relación peso-talla de las gonadas femeninas en diversos grupos de tallas.

aumenta la talla o la edad de los ejemplares aumenta el peso y el tamaño máximo de las gonadas en los estados sexuales más adelantados. Ello queda también confirmado en las gráficas de la figura 23.

Hembras

En las hembras encontramos una distribución mucho menos regular. Mientras la gráfica de valores absolutos se muestra muy fluctuante, la de valores logarítmicos presenta dos tramos bastante bien diferenciados con una inflexión correspondiente a los 55 mm de la longitud de las gonadas. En el primer tramo el crecimiento muéstrase poco intenso. En el segundo la relación peso-talla adquiere un valor todavía más alto que en los machos pues la recta representativa presenta mayor pendiente. Todo esto está posiblemente relacionado con los procesos de hinchamiento final de las gonadas femeninas (HICKLING). Nosotros hemos deducido el valor de la fórmula de regresión para el total encontrado, un valor de K algo inferior al de los machos

$$y = 0,0000598 x^{3,7}$$

El valor de K (hembras) inferior al de K (machos), es debido a los primeros valores del crecimiento en los órganos sexuales femeninos.

En los otros dos grupos estudiados se observa algo parecido a lo dicho para los machos, si bien las diferencias para los dos grupos últimos son de menor importancia (fig. 21). Es preciso mencionar que a los valores extremos de las tallas de las gonadas corresponden valores en peso algo inferiores a los correspondientes a longitudes algo menores. No sabemos exactamente a que pueda ser debida tal anomalía que por lo demás se presenta en otras formas del estudio de las gonadas femeninas.

Hubiera sido muy interesante hacer un estudio de la relación peso-talla en la regresión de las gonadas después de la freza. Ella requiere un cuidado especial y nos ha sido imposible realizarlo. Ofrecemos solamente en la tabla XXVII, unos cuantos datos recogidos en los que se muestra el vertiginoso descenso en peso que experimentan las gonadas después de la freza.

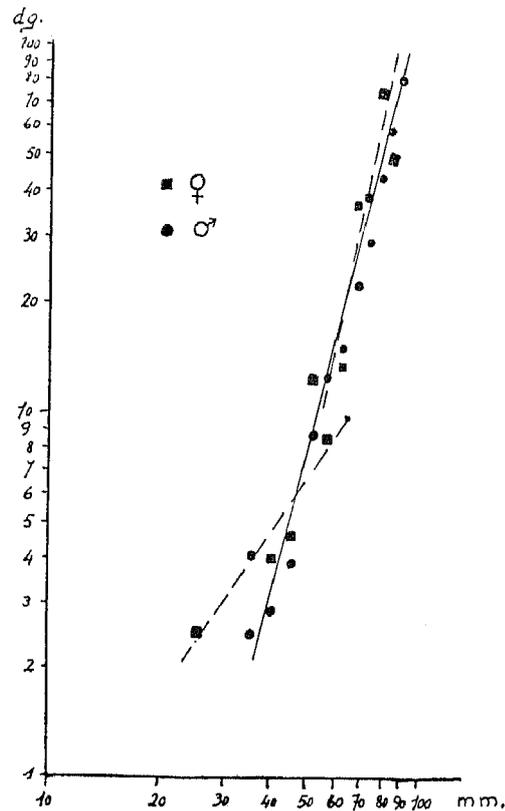


FIG. 22. — Relación entre el peso y la talla de las gonadas a lo largo de su ciclo sexual. Ejemplares comprendidos en las tallas 100-230 mm.

Es preciso resaltar la mayor abundancia de individuos en postfreza en los ejemplares de las tallas superiores los cuales son más frecuentes que aquéllos de las mismas dimensiones antes de la freza. Posiblemente está relacionado con los cambios de habitat de estos animales. Igualmente es digno de mención que los tamaños encontrados para los órganos sexuales de los individuos en estados de postfreza es aproximadamente igual en todos los grupos considerados.

Variación del peso de las gonadas según las tallas de los ejemplares para cada uno de los diversos estados sexuales

Machos II. El peso de las gonadas en estado de reposo se mantiene aproximadamente constante en toda la vida del animal, sufriendo escasas variaciones.

III-IV. De acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior se observa un aumento en peso bastante considerable a medida que aumenta el tamaño de los ejemplares.

V. Los valores encontrados para el estado V experimenta un aumento considerablemente rápido al aumentar la longitud de los ejemplares.

VI. Poseemos un solo dato que forzosamente ha de resultar bajo y además corresponde a un ejemplar de mediana talla en su primer ciclo sexual.

Los estados III-IV y V muestran claramente la separación entre el primer ciclo sexual y los restantes : las tallas 23-24 cm.

TABLA XXVII

Distribución de los pesos de las gonadas masculinas por tallas de 10 en 10 mm
Peso de las gonadas en gramos
Estados sexuales (escala apreciativa)

TALLA	II		III-IV		V		VI		VII	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
190	3	0,88	4	0,94	.	.	.	.	.	.
200	40	0,33	29	1,25	2	1,50	.	.	.	.
210	50	0,40	87	1,84	16	3,04	.	.	.	.
220	45	0,36	65	3,69	25	3,28	1	3,40	4	0,80
230	13	0,29	16	4,21	17	3,71	.	.	11	0,69
240	7	0,58	11	3,68	3	7,60	.	.	10	0,34
250	3	0,32	3	4,99	.	.	.	.	11	0,30
260	5	0,23	3	8,68	2	15,26	.	.	6	0,30
270	9	0,23	3	5,11	3	15,91	.	.	2	0,76
280	5	0,35	.	.	2	20,37	.	.	3	0,84
290	1	0,70	.	.	.	.	.	.	5	0,44
300	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1,69
310	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

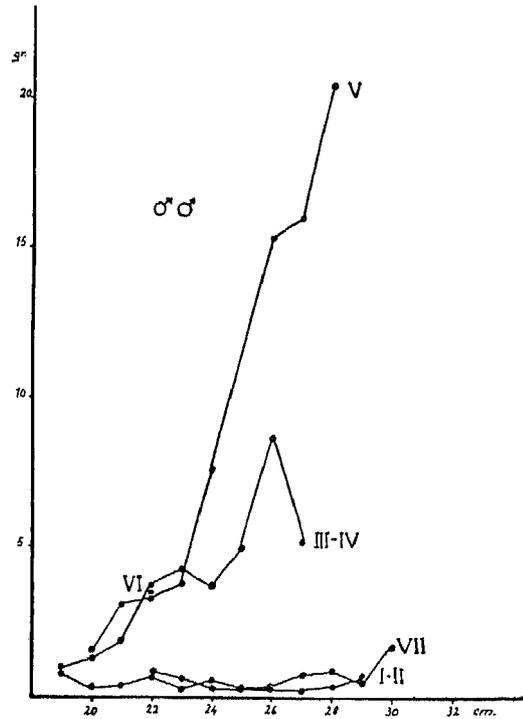


FIG. 23. — Variación del peso de las gonadas masculinas según las tallas de los ejemplares y los diversos estados del desarrollo sexual.

VIII. Se mantienen aproximadamente constantes y con valores muy esmejantes a los del estado II.

Hembras II. Ocorre aquí algo parecido a lo indicado para los machos si bien en este caso se nota un ligero aumento para las tallas más altas.

III-IV. Podríamos definirlo como formado por dos tramos paralelos 20-24 cm y 27-30 cm. Muy posiblemente esté de acuerdo con lo dicho anteriormente referente al primer período de crecimiento en las gonadas femeninas. Se observan un crecimiento con la edad —recuérdese lo indicado antes— pero es menos acusado que en los machos.

V. Crecimiento rápido con la talla de los ejemplares hasta 24 cm —primer ciclo—. Luego se presentan valores inferiores. Ya en las gráficas anteriores (fig. 24), se observan estos descensos que no sabemos a qué atribuir exactamente.

VI. También poseemos un solo dato perteneciente al primer ciclo

pero éste es concordante mostrando un peso de 19,2 g muy superior a los de los otros estados.

VIII. Semejante al estado II. Parece que a medida que aumenta la talla la reabsorción sea menor.

Examinando para cada uno de los valores de las tallas de los ejemplares (abscisas), los pesos de las gonadas en cada uno de los estados sexuales (ordenadas) se tiene una idea de lo dicho anteriormente (figuras 23 y 24).

Variación en los caracteres externos

Machos II. Gonadas filiformes de un color rosado, algo transparentes.

III-IV. Gonadas de color blanco-lechoso, a veces algo rosa, otras algo nacarado. Empiezan a adquirir la forma mazuda.

V. Órganos sexuales muy grandes ocupando toda la cavidad visceral. De aspecto blanco-lechoso nacarado. Consistentes, no dejando escurrir esperma al presionarlos ligeramente.

VI. Estado que hemos considerado de freza. Aparentemente igual al anterior; pero podemos hacer salir esperma por débil presión.

VIII. Muéstranse pequeñas con algún resto de esperma. Blanquecinas con algún resto de sangre.

Hembras II. Aspecto tubuloso rosado. Se pueden observar una serie de puntitos opacos que corresponden a los huevos que empiezan a desarrollarse.

TABLA XXVIII

Distribución de los pesos de las gonadas femeninas por tallas de 10 en 10 mm
Peso de las gonadas femeninas en gramos
Estados sexuales (escala apreciativa)

TALLA	II		III-IV		V		VI		VII	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
190	3	0,39	.	.	.	.	.	.	.	.
200	63	0,37	7	1,56	.	.	.	.	.	.
210	125	0,45	42	1,34	5	3,70	.	.	.	.
220	82	0,46	48	1,74	9	5,90	.	.	.	.
230	36	0,85	17	1,86	7	9,04	.	.	3	0,95
240	8	0,68	9	1,09	4	12,32	1	19,20	7	0,67
250	6	0,72	.	.	4	7,70	.	.	14	0,71
260	8	0,62	2	6,31	.	.	.	.	5	0,79
270	9	0,64	5	3,14	.	.	.	.	3	0,91
280	7	1,29	4	3,11	4	10,70	.	.	4	1,21
290	5	1,55	3	2,88	3	9,03	.	.	5	1,56
300	1	1,95	1	4,04	.	.	.	.	7	2,52
310	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
320	1	2,09	.	.	.	.	.	.	1	2,08
330	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2,77

III-IV. Gonadas mucho mayores. El color empieza siendo rosado y acaba siendo amarillento más o menos neto. Huevos muy abundantes y opacos.

V. Gonadas muy grandes ocupan toda la cavidad visceral. Son de un color rosado. Vasos sanguíneos muy marcados. Parecen observar huevos translúcidos.

VI. Gonadas rosadas. Huevos transparentes. Ejemplares en este estado son muy escasos. STEVEN admite para las hembras dos estados *VI A* y *VI B*. Nosotros solamente hemos encontrado el *A*, con huevos translúcidos entre los opacos y sin huevos en el lumen, lo que caracteriza el estado *VI B*, en el que las gonadas incluso parecen estar abiertas.

VIII. Color rojo sanguíneo. A veces se encuentran huevos residuales.

Es seguro, dado los fenómenos de regresión que se realizan en las gonadas, que los huevos del estado *VI* presentan tamaños muy superiores a los observados para el estado *VIII* ya que éstos son mayores que los del estado *V*.

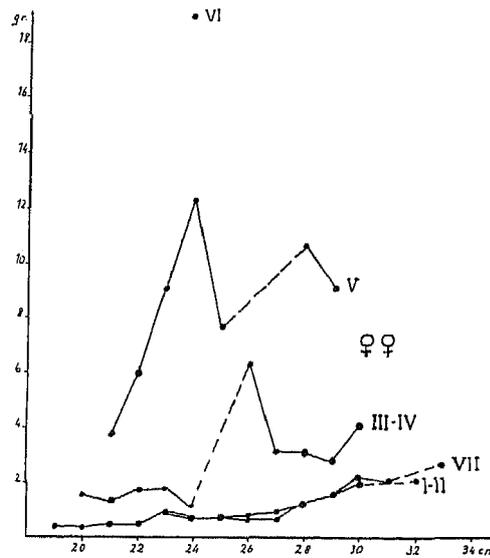


FIG. 24. — Variación del peso de las gonadas femeninas según las tallas de los ejemplares y los diversos estados del desarrollo sexual.

RESUMEN

El crecimiento de las gonadas puede considerarse como presentando distintas características en los machos y en las hembras y en cada uno de los dos sexos para cada uno de los tres grupos considerados. Estas úl-

timas diferencias se acusan más en los machos. Ello posiblemente estaría en relación con las anomalías observadas en el último período de crecimiento estudiado al examinar las variaciones en la forma del cuerpo. Por lo demás los estados III-IV y V experimentan notables variaciones según las tallas de los ejemplares. Ellos son en realidad los estados en los que se verifican la mayor parte de los cambios que tienen lugar en el desarrollo de cada ciclo sexual.

La época de freza parece centrarse a finales de febrero y mes de marzo, tanto para los machos como para las hembras, siendo la temperatura adecuada la de 10 a 15 °C (CORBIN y LISSNER).

EHRENBAUM 1923, admite para el Mediterráneo la freza en marzo-abril, y encuentra que los huevos son menores aquí que en el Mar del Norte, buscando aguas profundas para la puesta. Nosotros a finales de diciembre hemos encontrado los primeros síntomas de desarrollo sexual y en mayo los últimos en estado VIII. En el Mar Céltico CORBIN, admite que la freza se extiende desde mediados de abril hasta julio y en la Mancha occidental hasta agosto. LE GALL encuentra huevos en la plataforma continental hasta mayo, exponiendo que la puesta se verifica en aguas someras de la plataforma continental. Finalmente STEVEN admite para la puesta en el W de Inglaterra el período marzo-septiembre.

EDAD Y CRECIMIENTO ANUAL

La importancia que en el conocimiento de la biología del individuo tiene el estudio de las diversos grupos de edad y del modo como se manifiesta el crecimiento en cada una de las diversas edades, ha sido el motivo de que la inmensa mayoría de autores hayan hecho hincapié en este problema. Conocidos son los trabajos de LEA y LEE sobre escamas de arenque, HICKLING en sardina de Cornwall, MENON sobre huesos, otolitos, etc., y más recientemente BLACKWURN sobre sardina, por no citar más que algunos de los que han estudiado especialmente esta cuestión.

Por lo que se refiere a la especie objeto de estudio, muchos investigadores se han ocupado del problema : NILSON, LE-GALL, LISSNER, pero especialmente los han tratado FITCH en *Pneumatophorus diego* del Pacífico americano y STEVEN en Plymouth para *Scomber scombrus*. Si bien ambas especies y ambos mares no presentan análogas características sus investigaciones son importantes en cuanto a sus técnicas y a los resultados obtenidos aplicables en nuestro caso.

Morfología de los otolitos de caballa

Todos los investigadores tienen en cuenta el valor del otolito en la determinación de edad, dato que algunos (STEVEN) comparan con la lectura de escamas. Por todo ello nos parece interesante dedicar un capítulo a las características de los otolitos de la caballa. FITCH en *Pneumatophorus* encuentra tres otolitos: sagita, asteriscus y lapillus; de los cuales los dos últimos dada su pequeñez, y demás características los considera inadecuados para la determinación de la edad, utilizando solamente el mayor, sagita, depositado en la lágena. Por el contrario STEVEN en su trabajo «Age and growth of mackerel» encuentra solamente dos, de los cuales también sólo utiliza el mayor sagita. En nuestro caso, dada la posición de los demás investigadores, hemos decidido servirnos exclusivamente de la sagita ya que es el que ofrece mejores condiciones de observación.

Técnica de extracción y preparación

Hemos seguido en todo momento la técnica expuesta por FITCH, igualmente seguida por STEVEN, de practicar un corte que arrancando de la comisura externa del labio pase por detrás del ojo (fig. 7). Nosotros hemos podido observar que en vez de cortar justamente por el margen posterior de la órbita, como recomienda FITCH, da mejores resultados en *Scomber scombrus* cortar a una distancia algo mayor —2 o 3 mm—, o sea, algo más oblicuamente. Una vez efectuado el corte y extraída con unas sencillas pinzas la masa encefálica quedan en primer plano y en el fondo de la cavidad craneana las dos fosas que albergan los otolitos dispuestos en sentido antero-posterior. Por este procedimiento hemos podido extraerlos con toda facilidad. Una vez extraídos se han limpiado frotándolos ligeramente entre los dedos pulgar e índice previamente mojados con una disolución de sosa. Acto seguido han sido guardados en sobrecitos de papel preparados a tal fin. La observación ha sido realizada con luz reflejada y estando los otolitos cubiertos por unos cinco milímetros de agua destilada.

Morfología

El otolito de caballa tiene una forma extraordinariamente esbelta a lo que contribuye la elegante prolongación que presenta en su extremo anterior. Al decir anterior nos referimos a la posición anatómica dentro del ejemplar. En su configuración general podemos distinguir: un borde recto con escasísimas sinusoidades que se continúa con la prolongación antes citada y un borde curvo que se muestra bastante dentellado. El

extremo posterior es regular y ligeramente puntiagudo mientras el extremo anterior presenta dos prolongaciones desiguales. No es plano sino que presenta una curvatura anteroposterior o longitudinal más pronunciada en especial porque en muchos casos la parte de mayor curvatura corresponde a la prolongación mayor, lo cual es ocasión de la rotura de ésta en más de una ocasión. No presenta el estrechamiento de *Pneumatophorus diego*. Finalmente la sección transversa es lenticular.

En el examen de 291 otolitos hemos tenido especial interés en el control de dos caracteres morfológicos: el entrante anterior y la dentelladura del borde. A tal fin para cada uno de los dos caracteres tomados en consideración se han formado tres categorías: muy acusado, normal o poco acusado y poquísimo o nulo. Después de examinados los otolitos hemos encontrado las siguientes proporciones: 74,43 % con un entrante bien pronunciado; 21,52 % con entrante apenas perceptible y un 4,03 % en los que el entrante estaba sustituido por un ligero ensanchamiento del apéndice mayor no siendo visible externamente la presencia de la prolongación menor. Por lo que se refiere a la dentelladura del borde es variable si bien los más abundantes presentan un dentellado poco pronunciado siendo muy escasos los semilisos y poco frecuentes los que presentan los entrantes muy marcados. Es preciso consignar, porque se ha notado que tiene una cierta importancia, la presencia de una dentelladura mayor que las demás situada algo por detrás de la parte media del otolito prescindiendo de las prolongaciones o en la parte central del mismo. En contadísimos casos se ha observado en posición más anterior presentando siempre en estos casos aspecto aberrante. Las variantes anómalas que hemos observado se refieren en su casi totalidad a este entrante que se presenta en forma de U de fondo plano, o bien con la parte profunda más ancha que la parte externa, dándole al margen un aspecto sumamente característico. Nos interesa consignarlo, pues el diámetro transverso se ha medido desde el borde rectilíneo hasta el fondo de la entalladura mayor, perpendicularmente al eje longitudinal.

Resumiendo: la forma más corriente es la de un otolito con un fuerte entrante, algo dentellado y con una dentelladura semejante a las demás, pero algo mayor y situada en la parte central con tendencia a retrasarse.

Finalmente por lo que se refiere a su aspecto con luz reflejada presenta un núcleo de color opaco lechoso y a continuación bandas oscuras y opaco-opalinas alternantes. Algunos presentan una disposición que semeja a la de un mapa de relieve con curvas de nivel. Pero quizás algo muy característico, es que en muchos otolitos la mitad posterior se presenta muy transparente como si no se hubiera formado completamente el otolito en aquella parte (falta de sustancia colágena según *FITCH*). La separación entre ambas zonas, hialina y normal, es extraordinariamente neta. Los ejemplares de talla 260 mm de lote 50 lo presentan con suma abundancia mientras en el lote 53 talla 220 mm son menos abundantes.

Dimensiones y su variación

A fin de poder darnos una idea del crecimiento de esta parte del organismo hemos tomado tres medidas de los otolitos : *A*) longitud antero-posterior hasta el extremo de la prolongación mayor ; *B*) longitud anteroposterior hasta el fondo del entrante y *C*) anchura al nivel de la entalladura mayor y hasta su parte más interna. Dada la escasez de otolitos enteros la primera medida (*A*) ha sido tomada casi exclusiva-

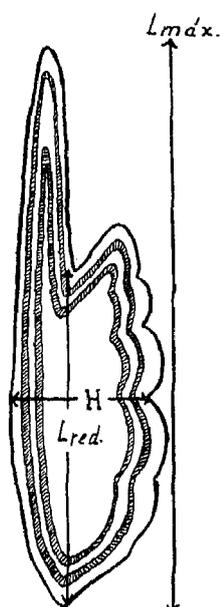


Fig. 25. — Esquema de un otolito de caballa mostrando las medidas consideradas.

mente a título de curiosidad. Con las medidas (*B*) y (*C*) hemos elaborado un índice anchura/longitud.

$$I = \frac{\text{anchura} \times 100}{\text{longitud reducida}}$$

el cual posteriormente ha sido agrupado por tallas de los ejemplares a fin de poder conocer si las variaciones en el valor de este índice están relacionadas con el crecimiento de los individuos. Los resultados, como veremos más adelante, son muy dudosos.

Variación en la longitud y anchura de los otolitos

Obtenidas las medidas en micras para cada una de las clases de talla de los ejemplares correspondientes y dispuestos los valores sobre el papel en forma gráfica observamos diferencias muy marcadas. Mientras la gráfica de anchuras se presenta regular con un aumento progresivo que sube bruscamente al final para la talla 29 cm, aunque por tratarse de sólo dos ejemplares nos merece poca confianza, la curva de longitudes se muestra en extremo fluctuante. En principio tiene algo mayor pendiente que la anterior si bien la presencia de fuertes oscilaciones es indicio de la variación del valor del entrante cuya variación e importancia en la morfología ya hemos considerado.

A continuación se exponen algunos valores hallados por LISSNER para las longitudes totales de otolitos comparados con los encontrados por nosotros obteniéndose valores muy semejantes.

TABLA XXIX

Comparación de las longitudes totales de los otolitos en el alto Adriático y en el mar catalán

Tallas de los ejemplares	220	230	240	250	260	270
Adriático (LISSNER)	3182	3339	3527	3612	3824	3699
Mar catalán (BAS)	3220	3445	3454	3696	3445	3528

La relación anchura-longitud del otolito presenta en principio una tendencia a crecer hasta la talla 240 mm para decrecer luego ligeramente. No obstante, la variación es muy poco acusada pudiendo considerarse como fija alrededor de su valor medio 49,77.

A pesar de lo que acabamos de decir son notables algunos ejemplares que presentan un aspecto extraordinariamente macizo, algunos de ellos con el entrante lateral muy acusado o aberrante y en general con formas algo anómalas. Todo ello creemos tiene suma importancia para distinguir los diversos grupos que forman estos animales. Junto a esto es preciso mencionar la presencia de numerosos otolitos con los márgenes absolutamente transparentes —negros en el microscopio con luz reflejada— que parecen indicar una extraordinaria carencia de materia orgánica como luego veremos.

Talla y edad

Los otolitos examinados al objeto de poder determinar la edad de los ejemplares corresponden a individuos cuyas tallas oscilan entre 21 y 29 cm. Como se dijo anteriormente todos ellos fueron examinados con luz reflejada presentándose las zonas opacas de un color blanco-opalino, y los anillos de detención del crecimiento o invernales, transparentes, de un color azulado o negro especialmente junto a los bordes.

De los 291 otolitos examinados se han presentado 178 perfectamente legibles o sea una proporción del 61,1 %, proporción algo baja si se compara con los prometidos por otros autores (FICH 2 %).

La tabla adjunta (Tabla XXXI) nos muestra la distribución de datos obtenidos comparando el número de otolitos de cada clase de talla según la edad que se le asigna. De ella podemos deducir, lo cual se indica en la última fila, la talla media para cada edad de las encontradas en nuestros ejemplares. En la última columna se expresan las edades medias de cada edad de las encontradas en nuestros ejemplares. En la última columna se expresan las edades medias de cada una de las tallas.

De los cálculos efectuados se deduce la siguiente escala de edades que comparamos con escalas de otros autores.

Edad	BAS Talla	NILSON	STEVEN-CORBIN
1	22,8	22,9	—
2	25,9	28,5-30,6	27
3	26,8	31,1-33,9	31,5

De ello deducimos que nuestros ejemplares alcanzarían la máxima talla para el primer año de edad en los 270-280 mm tallas en las que, aunque en pequeña proporción, todavía encontramos ejemplares de un año. Sin embargo, la talla media se halla muy por lo bajo de este valor : 228 mm. Por lo demás nuestra escala no presenta diferencias notables de los datos aportados por los otros investigadores reseñados. Es preciso hacer hincapié en la relación existente entre los valores obtenidos comparándolos con los del Mediterráneo con los de los otros autores ; la disminución rápida de la velocidad de crecimiento es muy notable. Véase figura 27.

A pesar de las concordancias señaladas alguna dificultad se presenta al relacionar edad, talla y fecha de captura. Nuestros ejemplares fueron pescados en el período 11-IX-51 a 17-XII-51, precisamente debido a ello

TABLA XXX

Longitudes máximas (Lm), longitudes reducidas (Lr) y anchura (A) distribuidas según las tallas de los ejemplares de 10 en 10 mm. Long. en micras.

TALLA	F	Lm	F	Lr	F	A	F	INDICIOS
210	.	.	19	2332	19	1139	19	49,14
220	4	3220	31	2336	31	1135	31	48,57
230	5	3445	34	2371	34	1196	34	50,79
240	1	3454	8	2318	8	1196	8	52,10
250	4	3696	23	2582	23	1232	22	50,14
260	3	3445	46	2516	46	1240	46	49,74
270	38	3524	54	2534	55	1245	54	49,83
280	.	.	3	2772	3	1214	5	44,33
290	.	.	2	2706	2	1518	2	56,10

TABLA XXXI

Distribución de la edad por tallas de los ejemplares

TALLA	F	NÚM. DE BANDAS TRANSPARENTES				TALLA	F	NÚM. DE BANDAS TRANSPARENTES			
210	1	2	3	4	250	6	11	.	.	.	
210	17	2	.	.	260	3	32	2	.	.	
220	34	.	.	.	270	8	29	2	.	.	
230	23	7	.	.	280	.	2	.	.	.	
240	3	4	.	.	290	.	.	1	.	.	

podremos determinar las características de la formación de la zona de detención del crecimiento o anillo de invierno. Comparando estos datos con los administrados en el capítulo de tallas observamos que los ejem-

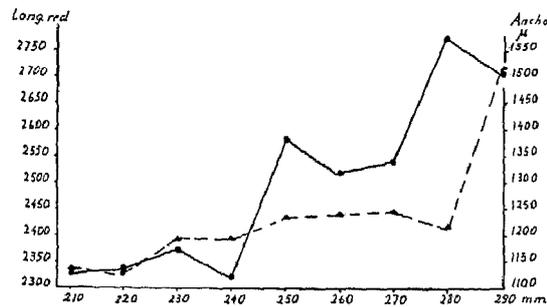


FIG. 26. — Variación de la longitud reducida y anchura de los otolitos según las diversas medidas de los ejemplares. Las medidas de los otolitos han sido tomadas en micras.

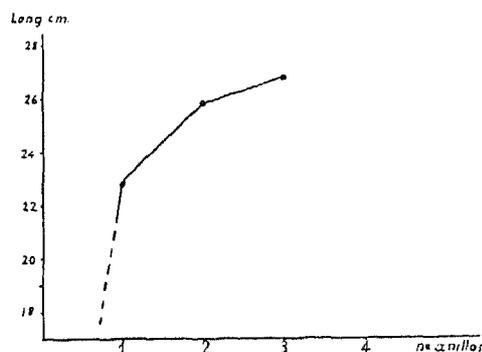


Fig. 27. — Longitud media encontrada para cada edad (número de anillos).

plares de 21-22 cm corresponden en esta época a ejemplares nacidos en febrero-marzo que alcanzan una talla media de 20-21 cm en el mes de agosto de una manera bastante definitiva. Ello está de acuerdo con el aserto de FITCH que considera que durante los seis primeros meses de su vida sólo, presentan un núcleo opaco (julio-septiembre). En efecto, una gran mayoría de los ejemplares de 220 mm pescados en septiembre de 1951 presentan un núcleo que llega totalmente o en parte hasta los márgenes del otolito, de lo que deducimos que estos animales ostentan un crecimiento rápido durante los primeros meses de su vida. Los ejemplares de 23 cm pescados a final del año pueden asignarse al primer año; sin embargo, desde 24 cm en adelante ya la mayor proporción corresponde a los dos años, alcanzándose el máximo en las tallas 26-27 cm. El crecimiento es, pues, extraordinariamente rápido durante los primeros meses. Luego permanece estacionario o casi estacionario hasta febrero-marzo, en que se cubrirá el primer año de vida realizándose, como ya se ha visto anteriormente, la primera freza. A partir de este momento el crecimiento es mucho más lento, ya que tan sólo alcanzamos 3 centímetros en un año, valor extraordinariamente pequeño comparado con el anterior. Del segundo al tercer año de crecimiento todavía se reduce más aumentado tan sólo un centímetro al cumplir los tres años de edad. En el Atlántico, por lo visto anteriormente, parece que el crecimiento no sufre esta detención tan rápida al pasar del segundo al tercero. La figura 27 muestra gráficamente la relación talla-edad completando lo hasta aquí anunciado.

Formación de las zonas o anillos alternantes

La formación del anillo de invierno tiene lugar en otoño; el lote pescado en 11-IX-51 muestra en su borde la zona opaca o bien el núcleo en

los ejemplares de menor tamaño. En 2-XI-51 un lote capturado presenta un tanto por ciento aproximado igual de otolitos con margen opaco y de otolitos con margen transparente. Otro pescado en 22-XI-51 muestra un claro predominio de bordes transparentes y finalmente en el lote capturado en 17 XII-51 la inmensa mayoría presentan el borde transparente formado por una banda marginal muy patente. De ello deducimos que la mayoría de los ejemplares de caballa formarían su anillo de invierno en el mes de noviembre. Los datos aportados por FITCH para *Pneumatophorus diego* en California indican que el período máximo para el cambio de zona se centra en el mes de enero con un 80 % de márgenes transparentes, realizándose por tanto más retraso que en nuestros mares y especie. La presencia de un cierto número de individuos con el margen opaco durante todo el invierno lo atribuye a la escasa oscilación térmica de aquellas aguas. Del mismo modo nuestros datos están de acuerdo con los aportados por STEVEN quien considera que el anillo de verano se forma en mayo-junio y posiblemente, según se deduce aunque él no lo indica expresamente, el de invierno en septiembre.

Nuestras observaciones se verificaron en la casi totalidad de los casos sobre la parte laterodistal de otolito, esto es, hemos tomado como de mayor valor las bandas del extremo redondeado y márgenes adyacentes. En pocos se han tenido en cuenta otras partes del otolito.

La presencia de una gran cantidad de otolitos con la mitad anterior completamente transparente o translúcida los cuales se presentan en determinados grupos de tallas con más abundancia que en otros, nos permite hacer algunas consideraciones sobre el particular. Teniendo en cuenta la constitución de los otolitos de *Pneumatophorus diego* magistralmente expuesta por FITCH resulta que la opacidad del otolito es debida a la mayor cantidad de materia orgánica posiblemente colágena que se depositaría entre los cristales de carbonato cálcico (aragonito) con escasas cantidades de fosfato y magnesia, la cual haría divergir la luz dando este aspecto opaco. En invierno apenas se depositaría materia orgánica y los cristales serían mucho mayores. Todo esto está de acuerdo con los estudios de HICKLIQ (1931) acerca la naturaleza de los otolitos de merluza. Sin embargo, IMMERMAN cree que la opacidad es debida a una curvatura de los cristales de carbonato cálcico cosa que FITCH no ha podido comprobar en el análisis espectrográfico. Parece, además, que el calcio se depositaría preferentemente en los extremos. La presencia de estos medios otolitos transparentes podría ser debida a escasez de material alimenticio, aunque parece que entonces afectaría a la totalidad del otolito, o bien a diferencias en el proceso de formación. Es preciso dejar sentado que la parte del otolito que presenta la doble prolongación siempre se caracteriza por ser poco clara, por lo que al número de anillos se refiere, y en extremo anómala.

APÉNDICE I

MIGRACIONES Y HABITAT

En los capítulos ya se han insinuado posibles variaciones en el habitat de estos animales a propósito de su influencia en el desarrollo de estos seres, pretendiendo tan sólo, en este capítulo, presentar unas cuantas particularidades de este aspecto de la vida.

Son numerosos los investigadores que se han ocupado de este punto de vista, pero en especial merecen destacarse las investigaciones realizadas en la costa occidental de los Estados Unidos partiendo de la base de marcar numerosos ejemplares en diversos puntos de la costa. Para el marcaje se han utilizado técnicas variadas. Los resultados que aquí se exponen se refieren exclusivamente a la zona cercana al Laboratorio de Blanes. En principio y de una manera general podemos distinguir tres fases en la vida de la caballa en cuanto a sus movimientos. En primer lugar un período de vida costera hasta alcanzar los 12 cm de longitud total. Los animales empiezan a ser capturados en esta zona desde los 4 cm utilizándose para ello mallas sumamente estrechas. Desde marzo en que empiezan a pescarse los primeros ejemplares de este tipo hasta los meses de julio y agosto se pueden encontrar los individuos jóvenes de caballa en esta zona sumamente costera. A esta fase costera sigue una fase que hemos llamado de tránsito y que no debe confundirse con la de transición de STEVEN. Esta fase ya ha sido repetidamente señalada a propósito de su influencia en el crecimiento. Caracteriza el momento en que los animales abandonan la zona costera para dirigirse a aguas más interiores. Posteriormente, en una tercera fase los encontramos concentrados en una zona de escasa profundidad, unos cien metros, que constituye el llamado banco de la Planassa. En esta zona se encuentran durante los meses de agosto a abril con tallas comprendidas entre los 17 y 24 cm o sea prácticamente durante todo el desarrollo de su primer ciclo sexual. A partir de este momento desaparecen para no regresar hasta el final del año o principios del siguiente. Vuelven en forma menos concentrada que anteriormente y vuelven a desaparecer en la segunda mitad del año.

Del estudio de las tallas se puede deducir, como ya se ha indicado, que este último grupo en realidad está formado por individuos de distintos grupos de edad y talla.

STEVEN ha estudiado los movimientos del *Scomber scombrus* en el Atlántico distinguiendo una serie de fases :

I. Fase de Inmersión

- | | | |
|-----------------------|---|-------------------------|
| 1) Fase compacta | } | noviembre-diciembre |
| 2) Fase de despliegue | | diciembre-enero-febrero |

II. Fase pelágica

- | | | |
|---|---|---------------|
| 3) Banco más o menos disperso ; paso a fondo para desovar y regreso a orillas | } | enero-julio |
| 4) Fase dispersa | | junio-octubre |

III. Fase de tránsito

- | | | |
|--|---|-------------------|
| 5) Fase de concentración
retorno a la fase 1) | } | octubre-noviembre |
| | | |

Es posible que la fase 4) corresponda al período, en que desaparecen de la Planassa los individuos jóvenes y en el que también lo hacen los grupos más viejos de la zona de pesca. La fase I de inmersión corresponde con la nuestra en la Planassa en la que los individuos se encuentran en el fondo a unos 100 m de la superficie. Es posible que los de mayor edad la fase 1) y la 2) y también en la 5) se sumerjan a mayores profundidades que los más jóvenes por lo que no son capturables. Ello parece así, puesto que utilizando embarcaciones que rastrean a grandes profundidades se pescan ejemplares de mayores dimensiones que con artes de arrastre más superficiales. Los animales serían capturados exclusivamente durante su fase pelágica que corresponde a su fase 3) momentos en los que posiblemente efectúan una serie de movimientos motivados por las necesidades de la freza.

Es importante hacer hincapié en la variación en la proporción de machos y hembras en los distintos lotes examinados especialmente en la época de freza. Es posible que los momentos de equilibrio en la proporción de machos y hembras estén relacionados con los momentos de máxima freza. El hecho de que se pesque mayor número de individuos en estado de postfreza entre los individuos grandes puede estar relacionado con el retorno al fondo de la fase 3) de STEVEN.

FRY-ROEDEL al estudiar los movimientos en la costa del Pacífico de los Estados Unidos encuentran escasa influencia del tamaño y de los sexos. Existe intercambio entre todos los puntos de la costa.

Finalmente parece que a las regiones del sur —zona de puesta— regresan en menor número. Algo parecido parece deducirse de lo que dice

LISSNER, pues mientras él encuentra una longitud media para las cercanías de Rovigno de unos 22 cm, D'ANCONA en Pola, algo más al sur y en mar más abierto, encuentra un tamaño medio de 26 cm. Parece por tanto que Rovigno sería una zona de puesta y de ejemplares jóvenes mientras los adultos emigrarían a zonas más alejadas. En nuestro caso nos sucedería algo parecido aunque modificado por la distinta estructura de la costa. Posiblemente los ejemplares de mayor tamaño, tan escasos en nuestro litoral, podrían encontrarse en otros puntos de la costa. Sin embargo, antes de profundizar en este aspecto convendrá conocer el valor de la destrucción por los enemigos de estos peces, incluyendo el hombre, de cada uno de los distintos grupos de edad, no sea que al alcanzar esta destrucción valores altos justifique la ausencia de ejemplares grandes. También el valor del crecimiento en estas tallas altas tienen notoria importancia ya que parece que crecen con extraordinaria lentitud.

APÉNDICE II

BREVES CONSIDERACIONES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ESTE ESCÓMBRIDO EN EL LITORAL ESTUDIADO

Como ya dejamos dicho en la Introducción no queremos terminar este trabajo sin un breve comentario acerca de la producción pesquera de este escómbrido. Ello tiene particular interés debido a que un adecuado control de esta producción puede cooperar grandemente, junto con el examen de lotes de pescado procedentes de pescas efectuadas en la misma zona, a tener una clara idea de las oscilaciones de la población explotada. Además este estudio puede llevarnos, en cierto modo, a predecir épocas de abundancia o escasez en la producción, momentos en que es lógico esperar una mayor abundancia, etc., fruto conjunto del conocimiento de la importancia del crecimiento en cada época y de la densidad de la población explotada. Así, una gran abundancia de peces jóvenes, acompañada de circunstancias ambientales favorables, puede ser causa de una gran producción en los 6-10 meses próximos, según se deduce de la rapidez del crecimiento de estos seres en su primera edad, así como de una mayor masa en los grupos más viejos que van retornando en los años sucesivos.

Por otra parte, siendo como es nuestro trabajo, un estudio para sentar algunas normas que permitan, en trabajos posteriores, extraer consecuencias prácticas, no parece superfluo este comentario, cuya compa-

ración con todo lo anteriormente dicho ha de demostrar el aspecto práctico de la materia estudiada.

No pretendemos hacer ninguna consideración sobre esta parte de la producción : ello sería salirnos de nuestro tema ; sí solamente una exposición de datos para que en el resumen final podamos hacer las consideraciones a que aspiramos.

La extensión y el tiempo en la toma de datos

Carecería de todo valor, en cuanto a nuestro propósito, el control de grandes extensiones de costa, en lo que posiblemente se mezclarían poblaciones diferentes, por una parte y por otra, un estudio sistemático de una determinada población. Debido a todo ello, nosotros nos hemos ceñido exclusivamente a los datos suministrados por los puertos pesqueros existentes entre Port-Bou y Vilanova (en el límite de las provincias de Barcelona y Tarragona). La escasa extensión de la zona estudiada nos permite asegurar que los lotes examinados y los datos que exponemos a continuación pertenecen a la misma población. Además, la posición central del Laboratorio de Blanes, en el que se ha llevado este trabajo, y de cuyo puerto hemos obtenido el material para nuestro estudio, creemos favorece nuestros planes.

El período de tiempo del que poseemos datos comprende los años 1946 a 1950.



FIG. 28. — Variación de la cantidad de caballa pescada durante los años 1946-1950.

Fuentes de información

Los datos recogidos proceden de las que cada diez días las diversas Ayudantías de Marina de este litoral envían a la capital del distrito marítimo —Barcelona—. Dichas fichas están confeccionadas a base de los datos suministrados por los encargados de cada uno de los puertos.

No cabe esperar que los datos obtenidos estén exentos de error ; muy posiblemente los tienen considerables ; pero téngase en cuenta que lo que principalmente interesa es la comparación y no el valor absoluto de los datos y como los errores son en general siempre los mismos, pues son debidos siempre a las mismas causas, los resultados obtenidos de su comparación creemos son fidedignos.

Características generales de este litoral

En principio, y basándonos en una apreciación morfológica, podemos distinguir dos zonas : la primera se extiende desde Port-Bou hasta Blanes. En general es rocosa, acantilada, caprichosamente recortada, con bellísimos puertos naturales, plataforma continental muy desigual en extensión, es la llamada Costa Brava. La segunda comprende desde Blanes hasta Vilanova ; es más bien baja, arenosa, continua y de plataforma continental ancha. Es preciso mencionar las llamadas costas de Garraf rocosas, pero de aspecto muy diferente comparadas con las de la primera zona.

Si exceptuamos el puerto de Barcelona cuyas características, debido a su potencialidad, son algo diferentes, los puertos pesqueros enclavados en este litoral son de escasa importancia comparados con los del resto del litoral peninsular. Primitivamente tuvieron considerable importancia los «palangres» y el «sardinal». También fueron muy empleados artes de luz de tipo primitivo así como eran frecuentes las parejas de «bou». La introducción del motor ha eliminado el factor fuerza del viento y ha permitido *barrer* sin cansancio grandes extensiones del fondo de la plataforma continental. A ello debemos añadir la mayor regularidad de las pescas bentónicas. Todo esto ha sido la causa de que las restantes artes disminuyeran en número en beneficio de los de arrastre. En la mayoría de los puertos de esta zona existen ambos tipos de embarcaciones : de luz y de arrastre, a veces en proporción parecida, siendo pocos los puertos en los que las embarcaciones de luz —trañías— están en mayoría (La Escala). En muchos puertos durante el tiempo en que no abundan las pescas a la luz arman esta clase de embarcaciones adecuadamente para utilizarlas como embarcaciones de arrastre.

Por lo demás las embarcaciones utilizadas son en general de poca potencia y de pequeño tonelaje. Se hacen a la mar al rayar el alba y vuelven a sus puertos de origen por la tarde después de haber *barrido repetidas veces en correcta formación los exhaustos caladeros* por ellos bien conocidos.

Artes utilizados para la pesca de la caballa

El arte más utilizado es el de cerco o jareta, capturándose grandes masas de este escómbrido. Durante los meses invernales una pequeña cantidad es pescada con los artes de arrastre cuando lo hacen a pequeña profundidad —unos 150 m—. Se capturan entonces los individuos jóvenes que entran en el primer ciclo sexual. También en nuestro puerto pesquero de Blanes se utiliza un pequeño curricán para las pescas de este escómbrido, especialmente para los individuos de mayores dimensiones. Esta modalidad de pesca se efectúa en particular durante los meses primaverales en los que, como se recordará, se presentan las caballas adultas.

Variación en la producción global de esta costa

La producción pesquera de este escómbrido en este litoral ha sufrido un rápido descenso que culminó en 1949 con tonelajes totales de 652,2 tm mientras que en 1946 había sido de 2112,1. El año 1950 presenta una notable recuperación alcanzando 1021,8 tm.

El mayor tonelaje medio corresponde a Barcelona el cual se mantiene casi estacionario a lo largo de los años, aumentando considerablemente en 1950.

En la Tabla XXXIII observamos una diferencia notable: mientras en la parte comprendida entre Blanes y Port-Bou el paso del año 1946 al 1947 se caracteriza por una disminución notable, exceptuando San Feliu de Guixols que se mantiene estacionario, seguido de un rápido descenso hasta 1950, en los puertos de la otra zona se presenta un notable aumento en la cantidad pescada durante el año 1947, si bien luego sigue, al igual que antes, una disminución hasta 1950.

En la explicación de estas oscilaciones hay que tener en cuenta las variaciones en el número y clase de embarcaciones antes mencionado. Ellas quizá podrán resolvernos algunos problemas de los que en vano buscaríamos la solución en causas puramente biológicas.

Variaciones mensuales en las distintas Ayudantías de Marina

De una manera general podemos decir que la época de mayor pesca se extiende a través de los meses, primaverales y estivales. Sin embargo, creemos de interés examinar las gráficas obtenidas a tal fin para cada una de las Ayudantías de este litoral.

Port de la Selva. Se caracteriza por la presencia de un máximo muy pronunciado en mayo-junio, careciendo de importancia la pesca en el resto del año. En dicho puerto abundan las embarcaciones de arrastre.

TABLA XXXII

Descarga media de caballa por meses en cada uno de los puertos que se citan. Cantidad en kilogramos.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
La Selva	409	854	1 507	25 729	42 235	38 338	22 427	5 978	4 503	6 231	1 999	374
Roses .....	.	516	3 680	40 009	18 733	16 734	9 154	14 030	12 664	1 964	263	.
Palamós	5 340	4 414	4 465	63 520	66 570	46 219	13 989	10 727	4 627	2 064	2 493	1 309
Sant Feliu de G. .	.	.	12 957	26 326	106 843	14 485	17 846	11 256	12 568	7 382	226	.
Mataró .....	.	1 391	4 900	25 925	26 491	45 665	40 080	16 952	7 156	1 856	864	.
Barcelona	1 935	8 814	5 842	15 522	54 272	58 906	79 541	63 688	34 434	31 933	11 314?	13 555
Vilanova .....	.	.	1 000	6 481	5 142	4 740	22 108	14 220	2 800	400	100	.

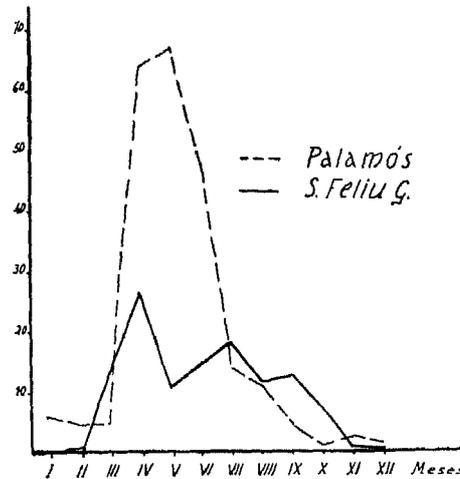
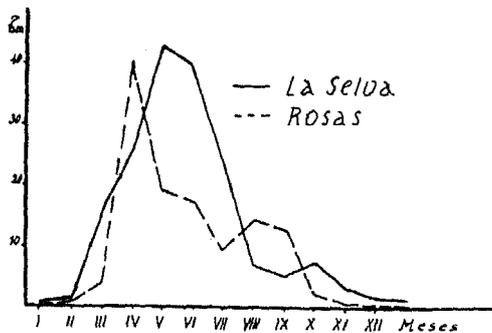
TABLA XXXIII

Toneladas descargadas durante el período 1946-1950 en los puertos que se citan

	1946	1947	1948	1949	1950
La Selva	410,9	174,2	84,6	50,5	45,8
Rosas	359,6	102,4	45,2	5,1	8,2
Palamós	430,1	139,1	299,7	132,8	79,2
Sant Feliu de Guixols	176,9	189,8	122,6	97,0	99,0
Mataró	302,5	339,3	188,9	50,7	104,7
Barcelona	399,9	448,2	338,1	279,0	641,4
Vilanova	32,1	125,8	43,7	37,1	48,5
Total	2112,1	1518,4	1523,8	652,2	1021,8

Rosas. Se presentan en esta zona dos momentos de máxima pesca: Uno muy importante en abril y otro en agosto-septiembre de menor interés separados por los correspondientes mínimos, el de junio de poca importancia y otro que reduce a cero la pesca en noviembre-enero. Posiblemente el primer máximo corresponde a la pesca de la luz y el segundo a la de arrastre constituida por ejemplares jóvenes.

Palamós. Se presenta aquí un máximo de pesca único y muy acentuado, en los meses abril-mayo. En el resto del año la producción es de escasa importancia.



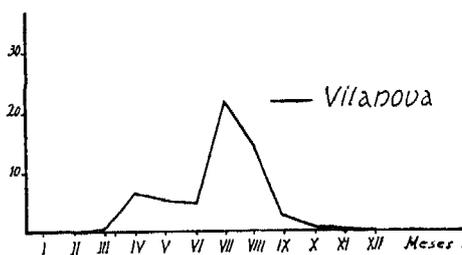
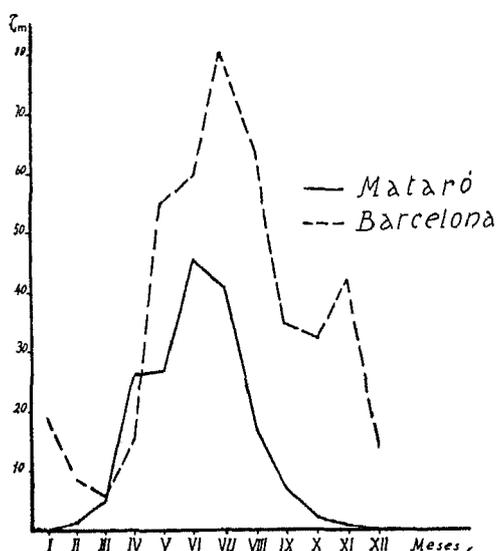
Figs. 29 y 30. — Variación mensual del tonelaje de caballa descargado en los distritos que se indican.

San Feliu de Guixols. La época de máxima pesca se encuentra en abril seguida de un mínimo en mayo. En el mes de julio se presenta otro momento de auge decreciendo luego hasta anularse en noviembre.

Mataró. El máximo primaveral tan acusado en los puertos antes mencionados casi ha desaparecido en esta zona presentándose un máximo único en junio-julio.

Barcelona. En este puerto, o demarcación, la pesca es más importante que en los demás, como ya se ha indicado. Se presentan dos momentos de importancia en la pesca de la caballa: uno, el más importante en julio y otro menor en noviembre. La mínima cantidad pescada corresponde a marzo.

Vilanova. La producción pesquera de este escómbrido es de pequeña importancia y la máxima cantidad se pesca en los alrededores del mes de julio.



Figs. 31 y 32. — Variación mensual del tonelaje de caballa descargado en los distritos que se indican.

Resumen

Observamos una diferencia notable: un traslado de la época de máxima de pesca de abril-mayo a junio-julio al pasar de una a otra de las dos zonas en que hemos dividido el litoral en estudio. Una zona de tránsito se encuentra representada por la Ayudantía de San Feliu de Guíxols que presenta ambos máximos muy semejantes. Del mismo modo que antes, insistimos aquí en la importancia que tiene al considerar estos problemas el conocimiento del número, clase y potencia de las embarcaciones, las zonas de pesca, etc., puesto que creemos que son la verdadera causa de estas diferencias.

RESUMEN

No quisiéramos terminar este trabajo sin un breve resumen de lo hasta aquí tratado. Este resumen es tanto más necesario cuanto que los diversos capítulos en que se ha dividido el tema son, en parte, algo independientes. Unos sirven de introducción o de base a los fundamentales y otros representan diversos aspectos del tema. Es aquí, por tanto, el lugar indicado para relacionar este conjunto que quizá pueda parecer algo heterogéneo y de expresar posibles deducciones. Además, pretendemos añadir a los diversos conceptos que ligán los capítulos una serie de sugerencias que nos han ido presentando y cuya exposición y estudio harían de este modesto trabajo un volumen inacabable, aunque no por ello carecen de un interés fundamental. Algunas son casi intuiciones, no nos atreveríamos a afirmarlas directamente, sin embargo, por diversas razones que han ido surgiendo a lo largo de nuestras experiencias, creemos que no están desprovistas de una base sólida.

Los estudios que hasta el presente se han desarrollado, y no queremos repetir lo dicho al principio, se refieren fundamentalmente al control, en forma más o menos feliz, de las poblaciones de peces a base de medir el mayor número posible de ejemplares y también utilizando sus pesos. Muchos estudios se han efectuado sobre desarrollo y características de los ciclos sexuales, así como sobre la edad de estos animales con el propósito de conocer la constitución de estas poblaciones. Todo este pasado histórico es la causa que ha motivado la distribución de nuestro estudio.

Ahora bien, multitud de dudas se nos han ido presentando a lo largo de nuestro estudio. En primer lugar el examen de las series de gráficas mensuales de tallas si bien puede servir para poder seguir la variación de la masa de la población no deja translucir una serie de problemas y de cambios que se observan al tener en cuenta la proporción de sexos en cada uno de los lotes, así como otras fluctuaciones debidas a causas todavía poco conocidas. Con ello no queremos negar el gran valor que tienen estas series de gráficas correlativas si bien creemos que ello debe ser solamente uno de tantos elementos de juicio, sin que permita, por sí solo, sentar ninguna deducción importante.

También se han estudiado algunos caracteres merísticos lo cual, al menos en nuestro caso, tiene escaso valor puesto que las variaciones observadas están ligadas a las condiciones de los primeros estadios de desarrollo e incluso en el caso de los radios de la primera dorsal a influencias de tipo fenológico. Es preciso que exista una base suministrada por el control, durante una serie de años, de las características ambientales, temperatura, presión, salinidad, etc., para que estas variaciones en los caracteres merísticos adquieran su verdadera significación.

Nuestro estudio se ha centrado de una manera fundamental sobre el crecimiento de las distintas partes del cuerpo para poder deducir de ello las variaciones que sufren la forma del pez a lo largo de su existencia. Al mismo tiempo la relación peso-talla se ha tomado como un indicador del tipo del crecimiento global. En principio, podríamos decir que ambos conceptos son paralelos. No obstante, la primera inflexión, alrededor de los 12 cm se presenta menos marcada en la forma del cuerpo que en la relación peso-talla. Posiblemente en ello influyen una serie de factores inmediatos, alimentación, etc., los cuales no se dejan sentir de una manera tan clara en las variaciones de la forma del cuerpo. La segunda inflexión es igualmente notable desde ambos puntos de vista quizá porque obedece a una causa interna, desarrollo del primer ciclo sexual, es por lo que ella tiene iguales manifestaciones. A partir de aquí entramos en una fase de uniformidad aparente cuya falsedad ya hemos resaltado suficientemente en los capítulos anteriores. Por otra parte, es notorio observar que mientras algunos caracteres como la longitud «cefálica», presentan cambios muy acusados, otros apenas sufren variaciones o son de escasa importancia. De tal manera es así, que tan solo la parte anterior de la cabeza y distancia prepectoral podrían ser utilizadas como indicadores de las variaciones puesto que la parte central del cuerpo y el extremo posterior presentan escasas oscilaciones. Junto a ello cabe mencionar cambios observados por LISSNER en la edad que, aunque no han sido comprobados por nosotros, no por ello carecen de interés, tanto más cuanto que se presentan en un momento que concuerda con los otros cambios sufridos por el animal alrededor de los 19 cm —influencia del primer ciclo sexual.

Por tanto, vemos que un conocimiento completo del crecimiento del animal y de sus posibles variaciones nos daría la clave de sus relaciones con el medio ambiente y constituiría, por así decirlo, un certificado histórico del individuo. Ello es así, porque las divergencias que puedan surgir, respecto del tipo fundamental, se aprecian después, pues se van arrastrando.

Sin embargo, los estudios de grandes masas de individuos al mismo tiempo, procedentes de diversos lotes presenta un cierto peligro. ¿Los diversos grupos que se estudian presentan todos el mismo tipo de crecimiento? ¿Tienen todos la misma receptividad para las variaciones de origen externo o interno a que están sometidos? Posiblemente no. Es más, creemos que existen diferencias entre un lote y los restantes aun con diferencias de tiempo y espacio relativamente pequeñas. El estudio detallado de los diversos lotes de peces muestran una gran uniformidad dentro de cada lote pero diferencias en la comparación de los lotes. Es como si una gran masa o cardumen de caballa estuviera formada por pequeños agrupamientos cuya categoría es difícil precisar. Todo esto es todavía cuestión a dilucidar; sin embargo, GODSIL utiliza las diversas medidas

biométricas para diferenciar unas poblaciones de otras encontrando que los distintos lotes que proceden de lugares próximos presentan diferencias estadísticas. Él concluye diciendo que una cosa son diferencias significativas estadísticamente y otra biológicamente. Nosotros creemos que ello podría ser debido a lo que hasta aquí venimos comentando. BADI y otros en el Lago Maggiore, estudiando poblaciones de copépodos encuentran diferencias en las poblaciones en tiempos y espacios muy poco diferentes. Por otra, tenemos que según estudios efectuados en los mares del NW de Europa sobre arenques, éstos presentan diversos tipos de crecimiento. Existen por tanto diversos comportamientos de acuerdo con lo indicado más arriba. Es lógico suponer, que esto no sea privativo de los arenques. La importancia de esto se comprueba al considerar que estamos estudiando posiblemente grupos distintos en cuanto a su crecimiento. Por otra parte las desviaciones respecto del valor medio, en cada grupo, pueden tener enorme importancia.

Existen además consideraciones que creemos vigorizan nuestro punto de vista. En primer lugar la presencia de otolitos cuyo núcleo se presenta en parte translúcido en unos lotes sumamente abundantes y en otros casi inexistentes, siendo así que el período de estudio fue sumamente corto. En segundo lugar la uniformidad de los estados sexuales en cada uno de los lotes. Aparte de todo, es posible que la edad y ciertos períodos del año, tengan influencia sobre estas agrupaciones.

Ya en el texto hemos indicado la importancia que podría tener medir la longitud o el peso del aparato digestivo para conocer la capacidad asimiladora del animal y relacionarlo con el metabolismo. No hay duda que el crecimiento que presenta variaciones en las partes externas, ha de presentarlas también, en las internas como lo hemos podido comprobar, al estudiar los ciclos sexuales en diversos grupos de tallas. Las variaciones serían por tanto de enorme importancia para conocer el comportamiento fisiológico del animal.

Finamente después de lo dicho réstanos tan sólo la necesidad de indicar cuán importante es encontrar un índice, exponente, algo que ligue estos diversos conceptos por nosotros expuestos independientemente, o los más importantes. De esta manera creemos que podríamos tener una mayor base para seguir adelante en el estudio de la biología de estos seres.

Estas variaciones en el crecimiento como hemos visto están ligados por diversos caminos con el medio ambiente, el conocimiento del medio ambiental y sus variaciones así como de la potencia pesquera, como ya se ha indicado, es la única base que puede permitir una regularización de la pesca y la obtención de rendimientos más regulares en lo posible.

Del apéndice II se deduce con toda claridad que aun en regiones próximas existen diferencias muy notables por lo que hace referencia a la pesca de este escómbrido: máximos en diversas épocas, oscilaciones de distinto signo, etc., posiblemente debido a variaciones en el habitat de

estos seres. Además, según acabamos de ver, es posible que en vez de existir un todo homogéneo existan una serie de individualidades bien caracterizadas. Por otra parte las particularidades que en cada edad y lugar caracterizan los movimientos de estos seres son dignos de tener en cuenta. Junto con ello debemos dar una importancia extrema a los factores que hacen referencia a la actividad humana e industrial y a su aspecto económico.

Es indudable que en primer lugar debemos conocer las características que presenta la vida de estos animales ; pero si pretendemos una mayor regularidad en la pesca y por tanto un mayor fruto, es preciso que al dictar las normas adecuadas se dé su justo valor a cada una de las dos partes integrantes : en primer lugar es preciso atender a la biología del animal que se explota pues sólo así podremos capturarlo en el momento en que se encuentre en mejores condiciones para nosotros y represente un menor daño para ellos ; momentos de concentración a partir de una cierta talla mínima, etc. y en segundo lugar es preciso tener en cuenta los factores económicos que en cada caso entran en juego.

De la consideración de ambos factores deben salir las normas de pesca. Es practicable la pesca con artes de luz en todas aquellas épocas del año en que el animal alcanza el tamaño mínimo señalado. Para esta talla mínima téngase presente que no es a las hembras en período de freza a las que se trata de proteger de un modo especial, sino a los individuos jóvenes, los cuales están sometidos a graves peligros de desaparición en masa. Así, la utilización de los artes de arrastre superficial y costero-boliche, «artet», jábega, etc., debiera ser reglamentada en tiempo y espacio. No insistimos en el tamaño de las mallas cuya importancia, a nuestro entender, es muy discutible, puesto que cabe preguntarse si los ejemplares, que debido al tamaño de la malla logran atravesarla, sobreviven después de los traumas sufridos. Es sabido que del número de individuos que logran sobrevivir hasta el primer ciclo sexual, en nuestro caso, o hasta el fin del primer año de vida, depende, en general, la riqueza pesquera de los años sucesivos. Por otra parte, debido a la enorme cantidad de huevos depositados por cada hembra, la descendencia, por lo que se refiere al número, parece asegurada aunque se persigan a los animales en período de freza.

En cualquier legislación es preciso tener en cuenta que las costumbres de estos animales pueden variar en distintas condiciones geográficas. Así, mientras nuestras caballas mediterráneas alcanzan la madurez a los nueve meses de existencia, unos 20 cm, los ejemplares atlánticos son mucho menos precoces. Ello obliga a dictar tallas mínimas capturables distintas. Además parece que ciertos lugares de la costa podríamos considerarlos como reductos donde se acumulan los ejemplares jóvenes. En estos lugares deberían extremarse las precauciones no permitiendo la pesca de estos escómbridos más que en aquellos períodos en que el animal

se muestra de una manera compacta y por ende estabilizada en lugares apartados de la costa. Todo ello debe relacionarse con los momentos de máxima pesca los cuales posiblemente ya obedecen a los movimientos de estos seres en las distintas localidades.

Concluyendo, creemos de fundamental interés que la legislación pesquera sea local y se apoye sobre los dos factores antes citados: biología del animal y economía de la pesca.

Para terminar, réstanos tan solo indicar que todo lo dicho debe estar apoyado sobre un conocimiento paralelo de las características y variaciones del ambiente que rodea al animal: temperatura, salinidad, cambios de aguas, plancton, etc. y de su biología. Este conocimiento conjunto nos puede permitir, basándonos en severo y adecuado control en los puertos pesqueros y en los laboratorios correspondientes, diagnosticar con alguna certeza épocas de abundancia o escasez en la pesca de los peces comestibles.

BIBLIOGRAFÍA

- AIKAWA, HIROAKI. — 1937. Age determination of chub-mackerel, *Scomber japonicus* (Houttuyn). *Japanese Soc. Scient. Fisch. Bull.*, vol. 6, núm. 1: 9-12.
- ALLEN, E. J. — Report on the present state of Knowledge with regard to the habits and migrations of the Mackerel (*S. scombrus*). *Journal Mar. Biol. Assoc. U. K. Nov. Ser.*, V: 1-40.
- ANANIADIS, CONST. — 1950. Contribution to the systematic and the biology of the fish *Dentex macrophthalmus* (Bloch) forma *Opsopthalmus* (Anan) in the Aegean Sea. *Praktica Ellenikoi Idrobiologicoi Institoitoi*. Tomo III, núm. 2: 85-160.
- 1950. Investigations on the biology of the red Mullet. (Surmulet) *Mullus barbatus* (Rond). Var. *surmuletus* (Fage) in the Aegean Sea. *Praktica Ellenikoi Idrobiologicoi Institoitoi*. Tomo IV, núm. 1.
- 1949. Study on the biology of the red mullet *Mullus barbatus* (Rond.) forma *typica* (Fage) in the Aegean Sea. *Praktica. Ellenikoi Idrobiologicoi Institoitoi*. Tomo III, núm. 2: 85-160.
- BALDY, G. — 1930. Note sur le comportement du Merlu pendant le premier periode de croissance. *Rapports et Procés Verbaux des Réunions LXV*.
- BLACKWERN, M. — 1951. «Conditions rings» en las escamas de la sardina europea; *Sardina pilchardus* (Walbaum), *Journal du Conseil*, vol. XVII, núm. 2: 181-195.
- BLEGGVAD, H. — 1951. Las especies comestibles de mar y de agua dulce. *Series de la UNESCO*.
- BRADY, S. — 1927. Growth and development IV. *Univ. Missouri Agric. Exp. Stat. Research Bull.* 98.
- BUEN DE, FERNANDO. — 1926. Catálogo ictológico del Mediterráneo y de Marruecos.
- BUGIS, P. — 1948. Sur le croissance différente de deux rougets de la Méditerranée *Mullus barbatus* L. et *Mullus surmuletus* L. *Arch. Zool. Exp. et Gen.* T. 86, núm. 1: 13-20.
- BUREAU OF MARINE FISHERIES. — 1949. The commercial fish catch of California for de year 1947 with an historical review 1916-1947. *Fish bulletin Division of Fish and Game*, núm. 74: 267 p.
- CALDEWOOD, W. L. — 1991. Plymouth Mackerel fishery of 1889-1890. From data collected by Wm. Roach, Associate Member M. B. A. *Jour. Biol. Mar. Assoc. U. K.*, II, núm. Ser.
- CORBIN, P. G. — 1947. The spawning of meckerel *Scomber scombrus* L. and pilchard

- Clupea pilchardus* W. in the Celtic Sea in 1937-39. *Jour. Mar. Biol. Assoc.* Vol. XXVII, núm. 1: 65-182.
- CREBACH, P. — 1950. Note sur la biologie et la morphologie de la sardiné (*Sardina pilchardus* Walb.) dans le fons du Golfe de Gascogne. *Cons. Perm. Inter. Explor. Mer.* V. CXXVI: 30-36.
- CUNINGHAM, J. T. — 1905. Zones of growth in the skeletal structures of *Gadidac* and *Pleuronectidae*. *Scotland Fish. Board*, 23 d. annual rept., Pte. 3, *Scient. Invest.*: 125-140.
- DESBROSSES, P. — 1945. Le merlan (*Gadus merlangus* L.) de la côte française de l'Atlantique. *R. des travaux de l'Office des Pêches Marit.* T. XIII, Fasc. 1-4, núm. 49-52.
- Le merlan (*Gadus merlangus* L.) de la côte française de l'Atlantique. *Rev. Trav. Office. Scient. et Hechn. Pêches Mar.* T. XIV, fasc. 1-4.
- 1950. Introduction à l'étude des caractères morphologiques métriques des clupeides. *Cons. Perm. Inter. Explor. Mer.* V. CXXVI: 23-29.
- EHRENBAUM, E. — 1923. The mackerel, spawning, larval and postlarval forms age groups, food, enemies. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions.* V. XXX: 1-39.
- FITCH, J. E. — 1951. Age composition of the southern California catch of Pacific mackerel 1939-40 through 1950-51. *Fisch Bulletin. Division of Fish and Game*, núm. 83.
- FONTSERÈ, E. — 1932. Condicions climatològiques de les costes occidentals de la Mediterrània i en particular de les terres costeres catalanes. *Servi Meteorològic de Catalunya. Notes d'estudis* núm. 49.
- FRADE, F. — 1930. L'anomalie fasciale de thon rouge et son importance pour l'étude des migrations. *Trav. Stat. Biol. Marit.* Lisboa, núm. 22.
- 1931. Sur le nombre du rayons des nageoires et de pinnules branchiales chez le thon rouge atlantique. *Trav. Stat. Biol. Marit.* Lisboa, núm. 28.
- FRADE, F. et S. MANACAS. — 1933. Sur l'état de maturité des gonades chez le thon rouge génétique. *Trav. Stat. Biol. Marit.* Lisboa, núm. 33.
- FRADE, F. — 1937. Recherches sur la maturité sexuelle du thon rouge de l'Atlantique et de la Méditerranée. *Trav. Stat. Biol. Marit.* Lisboa, núm. 42.
- 1937. Recherches biométriques sur la maturité sexuelle du thon rouge. *Trav. Stat. Biol. Marit.* Lisboa, núm. 41.
- FRY, D. JUN. — 1936. Mackerel catch is new Pacific coast records. *Calif. Conservationist.* V. 1, núm. 3: 1-20.
- 1949. Tagging experiments on the Pacific mackerel (*Pneumatophorus diego*). *Fish Bulletin Division of Fish and Game*, núm. 73.
- FURNESTIN, J. — 1950. Étude comparative de quelques caractères métriques des sardines du Golfe de Gascogne de du Maroc. *Conseil Perm. Inter. Expl. Mer.* V. CXXVI: 37-42.
- 1950. Les races de sardines du détroit de Gibraltar et de ses abords. *Conseil Per. Inter. Expl. Mer.* V. CXXVI: 62-67.
- GALLIEN, L. — 1934. Croissance harmonique et disharmonique des nageoires chez *Gallionymus lyra* L. *Bull. Soc. Zool. de France*, V. 59: 135-140.
- GALTSOFF, P. L. — 1934. Seasonal migrations of mackerel in the Black Sea. *Ecology*, V. 5, núm. 4: 55 p.
- GIBERT, A. M. — 1913. Fauna ictiològica de Catalunya.
- GARSTANG, W. — 1897. On the variation, arcs, and migrations of the mackerel (*Scomber scomber*). *Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K.* V. 5: 235-296.
- GLASER, O. — 1936. Growth, time and form. *Biol. Reviews*, V. 13: 20-58.
- GODSIL, H. C. — 1948. A preliminary population study of the yellowfish tun and the albacore. *Fish Bulletin Division of Fish and Game*, núm. 70.
- HICKLING, C. F. — 1940. The fecundity of the herring of the southern North Sea. *Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K.* V. 24, núm. 2.
- HORT, J. — 1938. General ideas (Introduction to report on rate or Growth). *Rapp. et Proces-Verbaux des Reunions*, V. CVIII.
- HODGSON, C. W. — An improved method of sampling herring shoals. *Rapp. et Proces Verbaux des Reunions*, V. CX.
- HSHAO-WEY CHANG. — 1951. Age and growth of *Callionymus lyra* L. *Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K.* V. 30, núm. 2: 281-297.

- HUXLEY, J. S. — 1932. Problems of relative growth. Londres (Referencia).
- JONES, J. W. and H. B. N. HYVES. — 1950. The age and growth of *Gasterosteus aculeatus*, *Pigostius pungitius* and *Spinachia vulgaris* as shown by their otolithes. *The Jour. of Animal Ecology*, V. 19, núm. 1: 39-73.
- LE CREN, E. D. — 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*), *the Jour. of Animal Ecology*, V. 20, núm. 2: 201-220.
- LE DANOIS, ED. — 1938. Report of the mackerel subcommittee of the Atlantique sione Committee of the Conseil Permanent por la Exploration de la Mer. *Rapport et Proces-Verbaux des Reunions*, V. CVII.
- LE GALL, J. — 1930. L'état actuelle de la notion de «races» chez la Sardine. *Cons. Perm. Inter. Expl. Mer.* V. LXVIII: 105-115.
— Resumé des connoissances adquirées sur la biologie du germon. *Trav. Offic. Scient. et Tech. des Pêches marit.*, V. 15, núm. 1-4: 57-66.
- LETACONNOUX, R. — 1950. Préliminaire à l'étude simultanée de la sardine sur le plateau continental. Atlantique. Contribution du laboratoire de l'Office des Pêches Maritimes à la Rochelle. *Cons. Perm. Inter. Expl. Mer.* V. CXXVI: 74-78.
- LISSNER, H. — 1939. Über die Makrele des Adriatischen Meeres. *Talassia* V. 8: 3-82.
- LUDWIG VON BERTELANELY. — 1949. Problems of organic growth. *Nature*, 163.
- MARTIN, W. R. — 1949. The mechanics of enviromental control of body form in fishes. *Publications of the Ontario fisheries Research Lab.*, núm. 58.
- MAYER, J. — 1949. Problems of organic growth. *Nature* V. 164.
- MENON, M. D. — 1950. The use of bones other than otolithos in determing the age and growth-rate of fishes. *Cons. Perm. Inter. Expl. Mer. Jour.* V. 16, núm. 3: 311-335.
- ORCUTT, H. G. — 1950. The life History of the Starry Flounder (*Platichthys stellatus* (Pollas). *Fish, Division of Fish and Game*, núm. 78.
- OTTESTAD, P. — 1933. A mathematical method for the study of the growth. *Hvalroadets Skrifter*, núm. 7.
- RAMALHO, A. — 1935. Sur la variation mensuelle du poids moyen de la sardine (*S. Pilchardus*). *Trav. Stat. Biol. Marit.* Lisboa, núm. 36.
- ROEDEL, P. M. — Notes on the spawning gonads and early life history of the Pacific mackerel. *California Fish. and Game.* V. 35, núm. 3: 147-155.
— Common marine fishes of California. *Fish Bulletin, Division of Fish and Game*, núm. 68.
— 1949. Movements of Pacific mackerel as demonstrated by tag recoveries. *California Fish and Game.* V. 35, núm. 4: 281-93.
— 1952. A review of the Pacific mackerel (*Pneumatophorus diaeo*) fishery of the Los Angeles region with special reference to the years 1939-1951. *California Fish and Game.* V. 38, núm. 2: 213-275.
- RUSSELL, E. S. — Report on log-book records relating to mackerel, pilchards, sand herring kept by fishermen during the years 1895-1911 under the auspices of the Cornwall Cuntly Councyl. *Fischery Invest. Ser. II. Sea Fisheries* V. III, número 1: 1-46 (Referencia).
- SANZ ECHEVARRÍA, J. — 1930. Investigaciones sobre otolitos de peces de España. *Real Soc. Española de H. Natural.* T. 30: 173-178.
- STEVEN, G. A. — Contribution to the biology of the mackerel migrations in the english-chameland Celtic Sea. *Jour. Mar. Biol. Assoc.* V. 27, núm. 3: 517-540. 1948.
— 1949. Contribution to the biology of the mackerel (*Scomber scombrus* L.) II. A study of the fishery in the south west of England with special reference to spawning, feeding and fisherman's sings. *Jour. Mar. Biol. Assoc.* U. K. V. 28: 555-581.
— 1951. Contribution to the biology of the mackerel *Scomber scombrus* L. III. Age and growth. *Jour. Mar. Biol. Assoc.* U. K. V. 30, núm. 3: 549-569.
- VIDALIS, E. — 1949. Contribution in the biology of the anchovy in Greek waters. *Practica del Inst. de Hidrobiol de Atenas.* T. III, núm. 2: 41-71.
— 1951. Contribution à l'étude de la biologie de *Boops boops* L. dans le Région de Monaco-Nice. *Bull. de l'Inst. Oceanographique.*