

Estudios sobre la sardina del noroeste español

por

EMILIO ANADON

El análisis de las fluctuaciones anuales de una población de peces y de las posibles causas que influyen en sus variaciones numéricas sólo puede hacerse a base de datos estadísticos tomados sistemáticamente durante muchos años. Para toda la sardina española carecemos de estos datos tomados con criterio científico y con continuidad suficiente, pues los únicos trabajos efectuados (4, 5, 6, 7, 8, 9, 16, 17, 18, 25, 26, 27, 28, 29, 45, 46, 70, 72, 76, 77, 78, 79, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 100, 101, 105, 106, 111, 112, 115, 117 y algunos otros), aunque valiosos, son aislados y reducidos a períodos de tiempo limitado, además de que en general no los ha presidido un criterio de muestreo estadístico necesario para aquellos fines. Dichos trabajos, sin embargo, tienen gran valor, pues nos permiten conocer una serie de hechos biológicos necesarios y saber aproximadamente el estado de la población sardinera cuando se efectuaban.

Los únicos datos estadísticos utilizables, principalmente por su continuidad, en España y Portugal, son los que suministran las Lonjas, Comandancias de Marina, Cofradías de Pescadores, Gremios de Armadores, etc., de cada puerto. Estas cifras se encuentran resumidas en algunas publicaciones, principalmente en la Estadística de Pesca anual publicada por la Dirección General de Pesca Marítima y en la revista Industrias Pesqueras (10).

Confianza de estos datos. — La finalidad de las estadísticas y resúmenes utilizados es que sirvan de información de tipo económico y no precisamente biológico, por lo que sus cifras no son a veces utilizables. Adolecen, por ejemplo, de no clasificar la pesca por el lugar de proce-

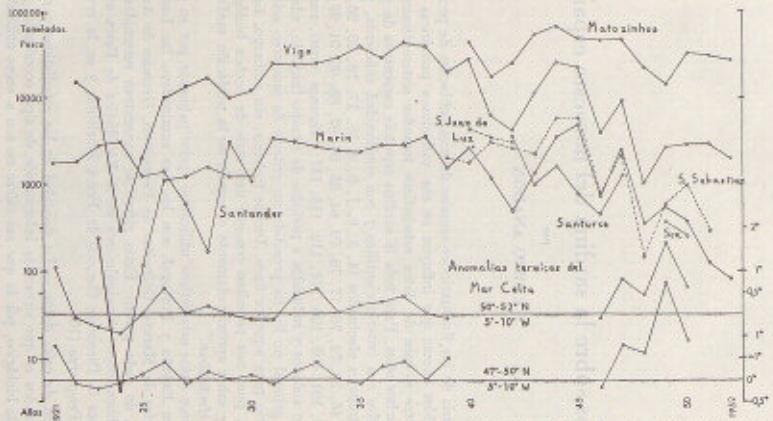


FIG. 1.—Polígonos semilogarítmicos de cantidad de sardina desembarcada en Matozinhos, Vigo, San Juan de Luz, San Sebastián, Marín, Santander y Santurce. Escala vertical logarítmica en toneladas a la izquierda. Horizontal, años. Parte inferior de la figura: gráficas de las anomalías térmicas anuales del mar Céltico según Sassa. A la derecha, escala de anomalías en grados centígrados.

dencia, sino por el puerto en que ha sido desembarcada. Se dan así casos como el de los meses de enero, febrero y marzo de 1951, en que la mayor parte de las descargas de sardina en Vigo fueron de sardina procedente de África, no separada en el resumen estadístico del resto. Ocurre también el que, dado que las cifras tomadas por Loujas, Comandancias de Marina, etc., son las que regulan los impuestos a abonar, suelen ser más bajas que las reales de pesca capturada por ocultaciones de todo tipo. La consecuencia es que no indican exactamente la cantidad de pesca de determinada zona, que es un dato del mayor interés. Tampoco reflejan el esfuerzo de pesca realizado en cada momento para la captura, y, en general, adolecen de los defectos ya señalados por NAVAZ y NAVARRO (91).

Se plantea el problema de saber si a pesar de tales inexactitudes y omisiones, tales datos pueden ser utilizados como una aproximación suficiente de la realidad que permita fundar un estudio serio sobre ellos. La resolución de este problema podría abordarse directamente si dispusiéramos de datos estadísticos exactos que pudiéramos comparar con los datos en las estadísticas oficiales. Como tal cosa no es factible, tenemos que abordarlo indirectamente a base de comparar las capturas a lo largo de los años en puertos cuyos barcos pesquen en las mismas aguas o en próximas. A este efecto comparando las pescas desembarcadas en Vigo (cuadro I) con las de Marín (cuadro II) durante treinta años en que existen datos ininterrumpidos (1923-1952) y construyendo la gráfica semilogarítmica correspondiente, se puede observar el paralelismo bastante estrecho (fig. 1) de los polígonos de ambas localidades, es decir, que las pescas son aproximadamente proporcionales en ambos puertos. Lo que indica una relación suficientemente estrecha para que estos datos merezcan cierta confianza. Las capturas anotadas en otros puertos no han podido ser comprobadas de esta manera, pero posiblemente serán del mismo orden de aproximación. En resumen, aun manejando datos inexactos e incompletos de éstos, es posible obtener alguna conclusión, y, sobre todo, razón fundamental, no disponemos por ahora de otros datos para este tipo de estudios.

Otro problema distinto es saber si la pesca desembarcada es representativa de la población objeto de pesca. A priori se puede decir que debe influir en la cantidad de pesca el número total de barcos que se dedican a ella, los aparejos de dichos barcos, el esfuerzo realizado, y la mayor proximidad o lejanía de los bancos. Sin embargo, los trabajos de ARNE y FORD (II, 47), por ejemplo, encuentran que, aunque el número de barcos influye en las capturas, depende también el número de barcos dedicados a la pesca de la cantidad de ella presente. Por lo que el mayor efecto del número de barcos sobre las capturas es que aumenta la pesca desembarcada en épocas de abundancia, en relación con la po-

CUADRO I

Estadística de desembarcos de sardina en Vigo (en kilogramos)

AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1930	690.483	660.323	491.439	957.797	532.600	898.880	778.240	1.411.240	1.251.820	1.796.600	1.581.200	1.457.300
1931	890.600	115.830	208.560	1.638.230	2.974.327	2.470.933	2.206.309	2.548.100	2.311.938	3.482.452	3.103.600	2.862.637
1932	1.346.464	2.563.245	2.123.105	2.137.769	2.243.070	1.247.805	1.480.562	1.479.462	2.337.700	2.610.375	3.017.894	1.256.350
1933	169.023	418.770	1.399.913	1.617.068	1.375.175	2.980.773	4.041.200	2.071.010	2.095.965	4.265.857	2.642.499	2.233.675
1934	69.800	74.650	212.000	706.973	2.673.375	2.992.473	3.389.125	3.356.225	4.765.785	4.766.179	6.258.712	338.425
1935	891.660	271.553	1.637.690	2.315.590	3.695.912	3.290.107	2.081.802	5.315.102	7.042.070	7.860.925	2.876.475	2.380.350
1936	619.912	13.710	434.623	1.183.109	3.233.750	640.000	2.481.175	2.668.187	2.359.760	5.278.573	4.821.987	4.871.577
1937	666.700	199.790	634.243	1.025.800	1.613.460	3.214.859	3.685.309	3.612.309	6.949.800	7.626.200	5.870.499	7.576.200
1938	1.583.550	307.250	3.261.840	2.832.520	2.639.410	3.442.110	4.813.210	3.387.500	3.433.700	6.167.700	4.706.100	1.759.500
1939	7.900	38.700	648.050	788.960	1.042.160	1.820.480	1.064.480	2.498.580	4.322.460	4.051.890	2.264.850	1.220.540
1940	492.542	139.560	1.042.300	945.355	712.390	1.206.350	2.080.215	2.891.940	4.126.423	7.811.873	3.816.878	2.677.353
1941	27.760	28.840	56.350	65.680	32.503	77.703	284.650	289.689	707.545	1.490.690	2.782.620	636.620
1942	1.249	20.850	7.802	19.425	41.421	170.685	731.907	458.542	892.383	1.391.123	433.062	
1943	119.230	5.684	117.180	123.653	409.820	595.050	414.160	491.889	1.343.044	987.839	3.735.394	3.091.613
1944	1.029.204	32.842	673.095	1.018.432	1.156.312	1.328.369	1.374.303	2.058.849	2.472.210	3.090.418	9.454.147	2.581.460
1945	103.015	2.580	217.633	661.296	1.250.686	397.396	566.364	2.062.703	2.928.193	3.984.884	7.678.683	2.359.690
1946	439.120	87.100	148.347	82.962	82.190	299.502	323.313	442.303	159.703	1.019.660	921.310	427.925
1947	59.740	37.300	59.275	71.160	37.694	77.160	31.087	485.735	2.067.510	2.970.660	2.808.230	719.962
1948	73.050	47.370	3.630	20.632	7.348	43.423	34.424	178.723	237.189	153.200	44.100	46.340
1949	34.909	23.163	7.074	7.145	2.202	5.247	192.457	789.268	603.266	677.325	152.135	128.235
1950	5.825	1.960	14.454	7.735	10.534	80.559	177.569	1.661.548	378.333	191.966	282.023	252.460
1951	15.130	7.900	420	66.630	31.094	53.543	14.730	72.150	271.223	750.978	1.003.534	718.911
1952	122.894	73.299	55.423	39.043	96.257	156.827	102.788	308.679	283.613	515.366	206.750	42.920

blación de peces existentes, y la reduce en las de escasez. El efecto, sin embargo, es pequeño relativamente, como se puede ver por el trabajo de SILLIMAN y CLARK (121), en el que los números de sardina capturada y los corregidos con las cifras del esfuerzo realizado no difieren mucho. SILLIMAN (122) considera, sin embargo, muy interesante este dato para la estimación de la mortalidad natural y la mortalidad por pesca.

¿Es representativa la composición por edades de la pesca de la composición real? Este es otro punto a establecer. No tenemos datos de Europa, pero en California ha sido investigado este problema por RADOVICH (104), que encuentra que la proporción de edades de la sardina de aquella costa, determinada por métodos experimentales estadísticos, es muy próxima a la de la desembarcada en la pesquería a partir del momento en que su talla se hace comercial. Es muy probable que en Galicia ocurra lo mismo, con la particularidad de que la talla comercial la adquiere la sardina a los 6 meses de edad.

No existen datos en general en las estadísticas de Lonja que señalen la composición por edades de la población, salvo en casos en que la denominación del pescado varíe con el tamaño. Tal es el caso de la sardina, en la que en algunas Lonjas facilitan los datos de pesca separando la «parrocha» o sardina pequeña y la «sardina», que corresponde a la grande. En este caso se considera como «parrocha» sardina de hasta 15 centímetros de longitud, y sardina propiamente dicha a la de longitud superior. Como es natural, en las lonjas no se detienen a seleccionar exactamente las sardinas de una y otra longitud, pero en general no vienen muy mezcladas, pues, dada su diferencia de precio, los mismos pescadores procuran separarlas.

Que la selección se hace con bastante cuidado parece demostrado, aunque el dato es único, con las cifras dadas por las Lonjas de Marín y Vigo (10) de sardina y parrocha en el año 1939, en el que en Marín la sardina representó el 52,19 % y la parrocha el 47,81 %, y en Vigo el 53,56 % y 46,44 % respectivamente, lo que indica que las cifras merecen confianza.

Como quiera que la sardina alcanza aproximadamente los 15 cm. al año de edad (observaciones de OLIVER, OLIVER y NAVARRO (92, 93, 95) y nuestras), la clasificación de Lonja equivale a separar las sardinas de menos de un año de edad y las de más de un año. El grupo de «parrochas» estará constituido por sardinas de 6 meses a un año de edad aproximadamente, según se desprende de comparar las épocas de puesta de la sardina (9, 25, 26, 73, 85, 93, 95) con las de aparición de la «parrocha». El grupo de sardina está formado principalmente por ejemplares de más de un año de edad y, en menor cantidad, de más de dos, tres y, rara vez, cuatro y cinco. Hagamos constar que el tamaño alcanzado en el primer año de vida no tiene nada que ver con el de la aparición de la

CUADRO II

Desembarcos de sardina y parrocha en Marín, expresados en kilogramos

	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	PARRUCHA	SARDINA	PARRUCHA	SARDINA	PARRUCHA	SARDINA	PARRUCHA	SARDINA	PARRUCHA	SARDINA	PARRUCHA	SARDINA
1923*												
1924							1.000					
1925			104		475		8.216		13.098		9.894	
1926	2.838		792		4.488	9.834	80.268		146.198		150.878	
1927	1.460	1.971	1.541	281	2.535	5.689	104.365		61.379		35.289	
1928	14.279	22.196		18.968		140.014	2.989	117.526		173.910		226.372
1929		4.761		5.180		429		15.379		29.893	4.550	12.633
1930	24.664	1.339	5.655		61.123	9.174	113.964	1.461	87.792	605	123.330	5.401
1931	20.610	78	6.708	1.472	74.325	1.881	244.149	2.454	358.501		252.029	
1932	21.332	128.927	56.872	143.828	82.910	1.690	192.904		293.581		213.738	
1933	52.605	21.615	13.140	20.684	6.784	112.536	2.373	166.128	15.297	192.662		361.313
1934	466	4.909	7.654	2.353	8.583	20.112	67.865	13.072	27.348	184.733	25.125	233.579
1935	5.718	1.149	4.238	40	49.005	22.523	101.138	24.043	11.520	227.532	57.867	266.696
1936	540	11.378			5.194	33.458	159	181.698		221.374		38.635
1937	58.873	63.396	21.833		8.362	77.808	1.679	117.714		104.200		169.987
1938	146.554	5.495	46.915	1.662	74.814	145.982	15.899	314.899	3.273	234.662	300	379.769
1939		5.331		13.276		56.790		90.357		57.346		48.976
1940	16.712		3.205		61.915	24.990	215.885	9.230	211.031	61.620	147.560	10.153
1941		11.623		6.582	1.733	17.169	3.083	11.814	2.527	2.500	846	26.667
1942	2.312	134	585				2.897		12.903		19.862	
1943	73.734	83	15.429	300	1.330	15.879	270	9.215		37.804	2.585	41.859
1944	128.382		11.359	950	27.275	87.938	256.873	103.654	147.278	64.500	6.450	53.185
1945	13.270		8.589		15.972	36.441	13.899	179.139	23.950	392.922	1.400	123.595
1946	75.033	260	17.070	650	70.731	543	133.840		57.498		103.278	13.333
1947	28.657		16.859		22.294		19.402		5.643		1.151	3.200
1948	13.730		12.382	401	230	15.327	6.252	7.313	10.987	432		2.839
1949	173.430		70.900		12.200		24.800		9.289		150	
1950	10.300	950	5.450	400	21.375		7.110		903	200	7.250	4.480
1951	200						200		5.580	2.400	2.700	3.350
1952	400		9.265	100	350		4.220		1.590			1.650

* Carecemos de datos mensuales referentes al año 1923; el resumen anual es de 294.245 kg. de sardina.

	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	PARROCHA SARDINA	PARROCHA SARDINA	PARROCHA SARDINA	PARROCHA SARDINA	PARROCHA SARDINA	PARROCHA SARDINA	PARROCHA SARDINA	PARROCHA SARDINA	PARROCHA SARDINA	PARROCHA SARDINA	PARROCHA SARDINA	PARROCHA SARDINA
1923												
1924			2.125		962							
1925		14.729	8.249		339	7.459	9.749	1.452	29.499			14.992
1926		111.499	143.749		152.306		224.085	11.979	20.597			2.396
1927		161.439	123.532		6.516	237.169	11.129	245.989	36.492	137.342		33.999
1928		399.543	139.123		145.496		175.149		51.549			49.592
1929	83.927	43.967	199.833	2.171	297.294	24.349	392.368	9.274	169.779	359		59.771
1930	79.112	49.187	63.627	73.993	79.671	9.827	219.827	19.494	114.996	26.225		77.537
1931	299.461		427.729		293.325	32.692	229.224	311.455	97.146	314.473		26.199
1932	399.327		211.212		361.496		8.899	591.723	26.939	592.329		46.677
1933	319	444.921	51.857	259.329	85.995	145.443	159.395	169.719	119.911	115.722		17.259
1934	4.499	299.279	39.613	312.799	85.749	229.955	165.945	299.222	139.911	189.226		5.121
1935	799	299.126	3.749	317.241	921	472.963	5.279	483.793	4.899	77.492		72.196
1936		184.149	15.997	319.159	42.273	399.225	77.195	495.154	129.794	311.579		149.294
1937		225.934	37.399	235.175	71.325	375.992	129.465	356.399	184.443	199.116		294.125
1938	849	467.541	159	359.599	69	329.649		429.999		397.219		116.923
1939		137.492	85.437	52.543	59.981	199.991	313.446	27.491	199.219	52.343		4.857
1940	231.119	29.999	114.996	72.874		369.399		639.139		199.375		399
1941	42.345	15.113	24.594	19.449	35.571	82.179	261.999	47.445	379.941	1.359		143.474
1942	59.676	729	199.999	477	62.496	35.789	199.123	28.893	21.981	23.119		39.739
1943	94.919	127.691	63.673	24.624	133.239	84.412	95.593	19.391	254.992	45.193		159.792
1944	22.829	72.612	126.899	239.159	294.777	129.277	353.719	31.441	941.299	129.925		277.425
1945	19.159	129.925	169.999	342.999	293.179	26.829	839.225	61.819	1.163.799	44.859		779.199
1946	39.999	12.346	28.594	22.985	8.139		29.277	17.439	43.852	4.259		31.449
1947	39.799	15.359	159.899	4.759	332.859		1.957.259		695.199			197.859
1948	1.959	3.279	55.969	16.859	61.593	3.399	36.359	2.959	59.976	799		22.831
1949	7.259	1.299	49.599	299	56.293	1.429	94.199		35.999	3.899		9.249
1950	49.549	9.419	136.579	159	37.659		13.799		16.999			259
1951		39		1.839		2.159	64.149	7.999				5.599
1952		399	14.259	25.859	4.999	8.199	8.359	459	1.659			6.799

primera línea en las escamas, puesto que aquella indicará, en todo caso, el primer invierno y puede formarse quizás hasta a los seis meses de edad.

Reducción de peso a número de individuos. — Las cifras de pesca en España se dan siempre en peso, por lo que para el estudio de la pobla-

CUADRO III

Peso medio por sardina, en gramos, de los lotes utilizados para el cálculo del peso medio anual y número de individuos por kilogramo.

L. Lozano; A. Andreu.

MES	FANROCHA		SARDINA	
	PESO GR.	LONG. MODA	PESO GR.	LONG. MODA
Enero	12,58	120 A		
	16	127 L		
	18	125 L		
Febrero	10,19	110 A	38,48	160-85 A
	13,16	115 A		
	14,40	120 A		
	16	130 L		
	19	112 L		
	14,37	125 A		
Marzo	21,48	145 A		
	12	117 L		
	13	120 L		
	8,60	101 L		
	13	116 L		
Abril	8,59	104 L	59,79	180-95 A
	19	129 L	29,03	155 A
	13,29	114 L	33,87	170 A
	24	144 L	36	167 L
	20	140 L	37,51	160-5 A
Mayo	22	143 L	37,86	170 A
	29	139 L	32,79	160 L
	15	126 L	38,73	180-250 A
Junio			47,65	180 A
			29,30	151 L
			29,60	146 L
Julio	10,87	110 A	53,14	180 A
	10,21	110 A	68,78	185 A
Agosto	10,50	110 A	57,42	175 A
Septiembre	31,44	130 A		
Octubre	11,47	110 A		
	8,92	105 A		
	31,46	115 A		
Noviembre	12,85	120 A		
	13,41	120 A		
	13,44	130 A		
Diciembre	16	126 L		
	17	127 L		
	13	116 L		

ción tenemos que reducir dichas cifras a número de ejemplares. En las estadísticas francesas utilizan un baremo de conversión (41, 57), según las zonas de pesca, en números redondos, que afirman es suficientemente exacto. Según ellos, la relación entre edad, tamaño, peso y malla les ha permitido prever sin errores las pescas de sardina al sur de Bretaña (41). Dado que tal baremo no se ha calculado en España, que sepamos, lo hemos hallado para Vigo con datos de LOZANO (72) y ANDREU (inéditos) (cuadro III) únicos que hemos encontrado que dan el peso medio total por lote. Hemos hallado las equivalencias entre peso y número de ejemplares para la «parrocha» y sardina separadamente, como es natural.

Hay que advertir que, puesto que la sardina va creciendo a lo largo del año, para mayor exactitud tratamos de encontrar una ley que relacionase el peso medio de parrocha y sardina con el mes en que fue pescada, adaptando una curva de ecuación $p = b_0 + b_1t + b_2t^2$ por el método de los mínimos cuadrados, a los datos mensuales de que disponíamos. Sin embargo, la dispersión de los valores reales era tan grande alrededor de la curva calculada, que los errores eran considerables, ya que la población parece componerse de cardúmenes aislados e independientes de fecha de nacimiento distinta —hasta ocho meses de diferencia según ANDREU (9)— y por tanto de características de talla y peso muy diferentes. Tal hecho hace muy difícil la interpretación del crecimiento por el método de PETERSEN, así como dudosos algunos resultados biométricos y biológicos señalados por algunos autores a base de un muestreo inadecuado, estadísticamente hablando. Por ello, y después de comparar los datos sobre el número de parrocha y sardina calculado sobre los pesos dados por Lonja, utilizando las regresiones halladas, y con la medida de todos los lotes considerados, que prácticamente coincidían, adoptamos este último método por más simple. Tanto más cuanto que, como veremos, parece que hay adelantos y retrasos en la aparición de la parrocha, muy probablemente relacionados con la época de puesta, por lo que el peso mensual es muy posible que varíe considerablemente con los distintos años.

Para los cálculos citados utilizamos los datos de 24 lotes publicados por LOZANO (72) y 25 facilitados amablemente por ANDREU (inéditos). Indicaremos, por si pudiera tener algún interés, la ecuación de regresión hallada con estos datos para la parrocha, que fue:

$$p = -48,0448 + 9,641 T - 0,003144 T^2$$

en la que T representa el mes numerado a partir de julio. En la sardina, la dispersión de valores es tan grande, probablemente por la heterogeneidad de edades de los lotes, que no creemos oportuno indicarla siquiera.

Los pesos medios anuales calculados y que hemos utilizado exclusivamente en este trabajo, después de los ensayos citados anteriormente, son: peso medio de una parrocha, 14,438 gr.; número de parrochas por kilogramo, 69,259 (35 lotes). Peso medio de una sardina, 45,9642 gr.; número de sardinas en un kilogramo, 21,7561 (14 lotes). Conviene advertir que hemos considerado el peso medio de cada lote prescindiendo del número de ejemplares, ya que éste no está relacionado en general con la abundancia de sardina.

Mortalidad. — Con las cifras anteriores, inútil es decir que la mortalidad no puede calcularse más que con una aproximación relativa. Sin embargo, creemos vale la pena dicho cálculo, pues nos permite obtener algunas conclusiones esbozadas por algún autor anteriormente, FURNESS (48, 52) por ejemplo, un poco intuitivamente y sin una base estadística suficiente.

El procedimiento de cálculo es sencillo. Considerando las pescas de parrocha y sardina totales de un año como representativas del número de ejemplares presente, y las pescas de sardina del siguiente también como representativas de dicha población, la supervivencia por ciento vendrá dada por la fórmula:

$$\text{Supervivencia} = \frac{\text{Sardina}_1 \times 100}{\text{Parrocha}_2 + \text{Sardina}_2}$$

y la mortalidad por 100 será igual a 100 menos la supervivencia. Prescindimos de hallar la mortalidad instantánea total [BARANOV, VOLTERRA, BICKERT, etc. (15, 129, 100)], pues para nuestros fines y dadas las cifras utilizadas no lo creemos necesario.

Sólo hemos calculado la mortalidad en Vigo y en Marín por no disponer de otros datos estadísticos de este tipo. En Vigo hallamos la mortalidad por años naturales (25), ya que carecemos de los datos mensuales, lo que lleva aparejado el que se considere parrochas de dos generaciones anuales sucesivas para hacer el cálculo. En Marín, en cambio, para estudiar la misma generación de parrocha utilizamos las capturas registradas de julio de un año a julio del siguiente, y lo mismo hacemos con la sardina, puesto que la primera aparición de parrocha del año suele acaecer en julio y con intermitencias se llega a pescar hasta julio del año siguiente. En dicho cálculo, tal como lo hemos efectuado, existe un error inicial, que es el de considerar como igualmente representativa de la población real la cantidad de parrocha que tiene sólo seis meses de plazo para ser pescada, y la de sardina que tiene el año completo, por lo que las cifras de mortalidad halladas deben ser más bajas que las reales, sin que podamos precisar el error por carecer de otros datos.

Este cálculo de la mortalidad no puede hacerse sin unos supuestos previos, aparte de la confianza de las cifras que utilizamos que hemos

discutido anteriormente. Estos supuestos son: a) La población no se desplaza en general, o los desplazamientos son cortos, o bien anualmente realiza el mismo recorrido y se concentra en los mismos puntos. b) No hay una segregación de sardinas de distintas edades a distintas localidades en la población objeto de estudio. c) Se pesca con igual intensidad y esfuerzo la sardina de distintas edades; y d) La muestra (captura) no influye sensiblemente en la mortalidad general. Ninguno de estos supuestos está firmemente establecido, pero sí podemos encontrar razones que nos hacen suponer sean ciertos. Aparte de que, aunque no lo fuera, creemos tendría interés también el cálculo, aún sin darle esta significación.

Supuesto a) Uno de los estudios más unánimemente realizados por todos los investigadores es el de la media vertebral. Tal dato tiene gran interés para nosotros, no precisamente porque sirva para separar razas, sino porque en cierto modo sirve para situar el origen de los cardúmenes, como implícitamente señala, por ejemplo, RUIVO (115). En efecto, la fenogénesis de los embriones y larvas de sardina de una determinada localidad se realiza en análogas condiciones, que varían alrededor de unas condiciones medias, lo que da como resultado el que las medias vertebrales varíen también alrededor de otra media (ANDREU, *et al.* 8). Consecuencia de ello, los histogramas construidos con las medias, y las medias totales de localidades cercanas, podrán darnos una idea de si la población es autóctona o hay mezclas por emigración o emigración con ciertas restricciones. Estas restricciones nacen de que si durante el año se suceden en una misma localidad dos o más generaciones sucesivas de sardina, es muy probable que ambas tengan características vertebrales distintas y puedan aparentar mezcla de poblaciones de distinto origen. Quizá sea este el caso de Santander (18, 45, 46, 70, 86, 87, 88, 117), Golfo de Vizcaya (FURNESTIN, 46), Málaga y Estrecho (16, 17, 18, 50, 86, 87, 88), atribuidas por sus autores en general a mezcla de poblaciones, excepto en el último trabajo de BARDAN y NAVARRO (18), en el que se critica esta interpretación y las teorías de emigraciones y mezcla de poblaciones en la sardina del Mar de Alborán. La práctica desaparición de una generación durante el año puede dar lugar a la ausencia de uno de los grupos como en ocasiones aotan. Este hecho de las diferencias de media vertebral dentro de la misma localidad lo pudimos observar claramente en Vigo, con lotes muy numerosos de fecha de nacimiento indudablemente distinta (8).

De todos modos, la constancia práctica de una media vertebral en una localidad a lo largo de los años, y la diferencia de medias entre unas localidades y otras, da una seguridad bastante grande de que las poblaciones de sardina están localizadas. En el caso de la sardina del Noroeste español poseemos datos simultáneos de las costas portuguesas y de la

de Vigo [87, 95, 106 y ANDREU y RAMALHO (1953) inéditos], en los que se puede comprobar una diferencia de media vertebral suficiente para ser interpretada como de sardinas de distinto origen. De BUEN (28), aunque con datos muy escasos, encuentra también diferencias entre Vigo, Ferrol y Gijón. Esto quiere decir que en el caso de Galicia parece suficientemente establecido que la sardina tiene áreas de puesta locales diferentes para cada zona, lo que es un buen argumento en contra de las suposiciones de ROULE (114) de que existen grandes bancos lejos de la costa y que de ellos se destacan los que se van a ella. Creemos suficientemente fundamentado por lo tanto el apartado a), prescindiendo de si existe una localización estricta, o se concentra anualmente en los mismos puntos, si se verifican emigraciones cortas, o de cierta amplitud, pero anualmente con el mismo recorrido. Si bien en este último caso la emigración en las costas gallega y portuguesa no puede ser paralela al litoral.

Supuestos b) y c) La segregación por edades es un hecho bastante general en los peces. En general, con la edad el pez se va alejando de la costa. En el caso de la sardina, la segregación por edades se da y ha sido bien estudiada en Sables d'Olonne (BELLAC, 23), Costas de Bretaña e Inglaterra (LE GALL, 52, 54, 57) y Costas levantinas españolas (ANDREU & RODRÍGUEZ-RODA, 67; PLANAS & VIVRS, 101). En todos estos lugares, sin embargo, la plataforma costera se extiende a muchas millas de la costa, y sobre ella es donde se encuentra exclusiva o casi exclusivamente la sardina, en una época del año al menos, y los únicos lugares en que se pesca según diversos autores (4, 6, 7, 11, 12, 23, 25, 26, 27, 29, 36, 38, 42, 44, 48, 49, 51, 52, 53, 55, 58, 59, 60, 65, 73, 84, 87, 100, 101). Las experiencias yugoslavas (MUZINIC, 81-83) de marcaje nos hablan también de migraciones cortas de ida y vuelta, sin alejamiento ni salida de esta plataforma. Más aún, prácticamente no se encuentra fuera de la isobata de 100 m. (58), salvo en algún caso (FURNESTIN, 52), por ejemplo. Este último autor, sin embargo, con ecosonda, no las encuentra sobre profundidades mayores de 100 m. más que rara vez, sin pasar de 150 en ningún caso (51 bis).

Lo mismo ocurre con otras especies del género, y géneros afines. *S. sagax* de África del Sur no se encuentra fuera de la isobata de 100 m. (VON BONDE & DAVIES, 130). En el género *Sardinops*, *S. neopilchardus* de Australia no sale del borde de la plataforma costera según BLACKBURN (24). Algo parecido ocurre con *Sardinops caerulea* de la costa pacífica de América del Norte, en el que el total de la población se encuentra en aguas poco profundas y costeras durante el otoño e invierno (GOLDSIL, 60; CLARK, 32-34) y en que la mayor parte de la población se encuentra concentrada durante todo el año en una faja de unas 20 millas, es decir, sobre la plataforma costera y no en aguas profundas (PHILLIPS, RADOVICH, 99, 104). La pesca de esta especie (CLARK, 33) se hace en

un 52 % dentro de las tres millas y en un 91 % dentro de las seis, en Monterrey, y 36 % en las tres millas y 92 % en las diez, en San Pedro, donde existen islotes y accidentes submarinos a cierta distancia de la costa. Lo mismo ocurre en el arenque (*Cl. harengus*) según SUND (125).

Ahora bien, frente a Galicia, en la zona de las rías bajas, la plataforma es relativamente muy estrecha (fig. 2), puesto que la isobata de



FIG. 2. — Mapa de los lugares de pesca habituales de la sardina en las rías bajas, con las isobatas de 100 y 200 metros. Zona de pesca cuadrícilada.

100 m. se encuentra como máximo a unas 6,5 millas de la costa y en muchos puntos a menos de 2 millas (frente a las islas Cíes, por ejemplo) y la de 200 m. a 20 millas como máximo y a veces a menos de 10 (cuadro IV). Los pescadores dicen no encontrar sardina más que dentro de la isobata de 100 m., aunque se alejan más utilizando las mismas artes cuando pescan la albacarda (*Scomberus*) y anchoa (*Engraulis*), hasta unas 20 o 35 millas, sin que encuentren nunca sardina en estas zonas. Parece, pues, que la población se halla concentrada cerca de la costa y la falta de espacio propicio para ella hace que no haya una segregación tajante por edades y que el esfuerzo de pesca se ejerza sobre sardina de todas las edades con una intensidad semejante, pues pescan toda la que encuentran sin despreciarla por su tamaño. La pesca, por otra parte, se hace principalmente con artes de cerco no selectivos. En el norte de Portugal, en cambio, como la plataforma es más extensa, se pesca también sardina a más de 8 millas de la costa.

CUADRO IV

Extensión de la plataforma costera frente a las rías bajas.
Distancia aproximada, en millas, de la costa a las isobatas
de 100 y 200 m.

	100 m.	200 m.
Camarinas	3,6	12,6
Toriñana	1,8	9,9
La Nave	6,3	10,8
Finisterre	2,25	9,9
Meixidos	5,85	18,9
Corrubedo	6,3	11,25
Salvora	3,15	12,6
Ons	3,6	12,6
Cíes	1,8	15,3
Silbeiro	2,7	17,1
La Guardia	6,3	18,6

Otra prueba de que la sardina no vive, por lo menos en alguna época del año (de junio a diciembre), fuera de la plataforma costera, es el estudio del contenido estomacal de la albacora o bonito del Norte (*Sereno alalunga*) y el atún (*Thunnus thynnus*). LE GALL (56) menciona como alimento del bonito 48 especies de peces, pelágicos, de fondo y batipelágicos (anchoa, albacarda y jurel, entre otros), además de 76 especies de crustáceos, moluscos, celentéreos y gusados, pero no la sardina. También PRIOL (103) dice que nunca contiene en su estómago clupeidos. Coinciden con ello los pescadores de bonito gallegos, que aseguran que al ser pescado no expulsa por la boca sardina y sí, en cambio, estos otros peces. Sólo conocemos una cita, de RODRÍGUEZ (111), sobre el encuentro de una sardina de 3,5 cm. en el estómago de un bonito en Santander,

y otra de LOZANO (73) que encuentra en dos ejemplares pescados frente a Finisterre sardina y espadín en su estómago. En el Pacífico, MAC HUGH (67) señala como alimento de la albacora la sardina de California. En el Cantábrico y Golfo de Vizcaya, por otro lado, se utiliza como cebo vivo sardina. Lo cual hace suponer que si no la come normalmente es porque no la encuentra en las aguas que recorre, puesto que come peces de todos los tipos biológicos. En cambio, el atún, al ser pescado, expulsa por la boca frecuentemente sardina, lo que indica que frecuenta áreas en las que esta especie se halla normalmente.

Ahora bien, la distribución de estas dos especies de Túnidos está bastante bien estudiada, sobre todo por los oceanógrafos franceses (BELLOC, 21, 22; LE GALL, 54, 56; PRIOL, 103, etc.), y relacionada con la teoría de las transgresiones oceánicas de LE DANOIS (40), coincidente substancialmente con la distribución observada por los pescadores gallegos. Según los autores citados, la albacora se mueve estrictamente en lo que llaman aguas transgresivas atlánticas, en las que se encuentra también *Engraulis* y *Scombrosos* (si bien *Engraulis* puede habitar también aguas costeras) que bordean y no penetran más que rarísima vez en la plataforma costera, y en este caso no profundamente. Los pescadores afirman que esta especie nunca se pesca en el «playal», nombre que dan a la plataforma costera. Mientras que el atún es más costero, nada en aguas poco profundas sobre la plataforma, penetrando en ocasiones profundamente en ella, hasta el centro del mar del Norte, por ejemplo, según LE GALL (54). Si bien este autor supone que sólo hace incursiones breves en estos puntos para comer arenque, pues habita, según él, en aguas transgresivas, aunque de las llamadas de transición. Conviene, sin embargo, más tarde en que los movimientos del atún no están relacionados estrechamente con las llamadas transgresiones. Por otro lado, las costumbres más costeras del atún quedan confirmadas por su pesca con almadrabas, en las que no se captura el Gernio a pesar de que esta especie habita también el Mediterráneo. Y por las declaraciones de los pescadores gallegos de que el atún se pesca también en el «playal». En consecuencia, estos hechos confirman, nuevamente, que la sardina no se halla, por lo menos de junio a diciembre, fuera de la plataforma costera, pues en este caso formaría parte esencial del alimento del bonito indudablemente.

Por todo lo anteriormente expuesto podemos afirmar: 1.º que no hay segregación latitudinal por edades (media vertebral); 2.º que no hay segregación por clases anuales por alejamiento de la costa que influya en que sean más asequibles sardinas de una edad que de otra, puesto que la plataforma costera, breve y en lugares visitados abundantemente por los barcos de pesca, hace que el esfuerzo se reparta por igual sobre todos los peces. Y finalmente, parece que tampoco debe influir en la pesca una

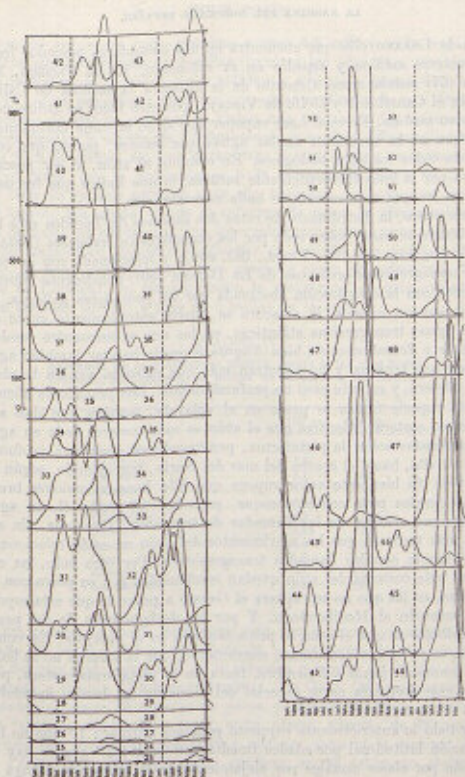


FIG. 3.—Gráficas de la pesca de parrocha en Marin en toneladas, para comparar la disposición y amplitud de sus máximos anuales de pesca. El espacio comprendido entre las líneas de rayas corresponde bastante aproximadamente con la época en que aparece la generación que procede de la puesta del año de la izquierda. El histograma ha sido substituido por la curva equidista.

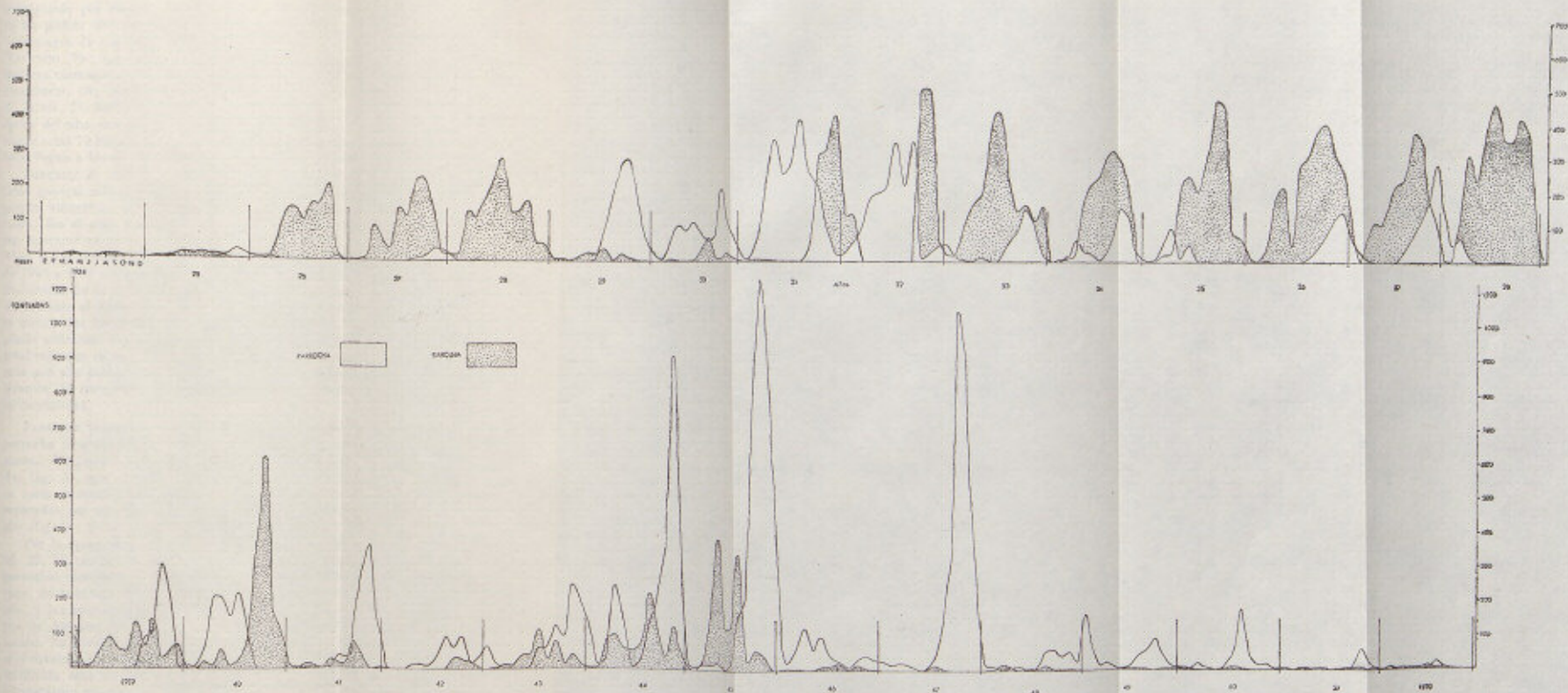


FIG. 4. — Gráfico de la pesca en Marín de 1604 a 1952 en toneladas. Curva equieira, Parrocha, en blanco; sardina, puntada. Los años 31, 32 y 40 muestran claramente el paso de parrocha a sardina.

segregación por edades en profundidad, ya que dicha segregación sólo se ha podido observar en determinadas épocas del año [DE BUEN, 25 (estómagos de merluza), 29; ANDREU, R. RODA, 7; MASSUTI, VALLS, NAVARRO, 78; LE GALL, 55], cosa comprobada al parecer con los sondadores ultrasonoros [CUSHING, 38; FURNESTIN (51 bis), HODGSON, RICHARDSON, 65; BALLS (en arenque), 13, 14]. En Castellón (ANDREU, R. RODA, 7), donde los artes de arrastre capturan sardina durante una época del año, las profundidades de dichos arrastre no suelen ser superiores a las 70 brazas. Por otro lado, las redes de cerco utilizadas en Galicia llegan a los 85-100 m. de profundidad (NAVAZ, 89).

Supuesto d) Que la muestra no influye sensiblemente en la mortalidad general sólo se puede justificar estudiando la cantidad de pesca del puerto «muestra» con la cantidad total de sardina pescada en aquella costa. En el caso de Marín y los puertos que indudablemente nutren sus capturas en la misma población, Sanxenjo, Buen, Cangas, Bayona, Vigo y La Guardia, la pesca de sardina de aquel puerto anotada desde 1946 a 1951 inclusive fue de 4.824.093 kgr., y la de todas las localidades citadas de 44.255.496 (cuadro V). Lo que representa que Marín pesca únicamente el 10,44 % del total de la zona, cantidad que probablemente es menor que los errores de toda índole citados anteriormente, y que no puede aumentar como máximo —totalmente improbable— la mortalidad total más que en un 10 % si se capturase toda la sardina existente. Creemos por ello perfectamente admisible dados los datos inexactos que utilizamos, el considerar que la muestra no ha influido sensiblemente en la mortalidad.

Pesca de parrocha.—Del estudio de las cantidades mensuales de parrocha desembarcada en Marín se desprenden consecuencias interesantes. En primer lugar se observa que la parrocha aparece en dos oleadas (fig. 3), una en primavera y otra en otoño, y que la de primavera se suele presentar con dos máximos. Ambas «carrabozones» se hallan separadas por unos meses de mínima pesca general de sardina y parrocha (fig. 4); los de invierno, principalmente enero y febrero.

Por la época de puesta y el crecimiento de la sardina gallega (9, 25, 26, 29, 71, 88, 93, 94, 96), así como el pequeño tamaño de las primeras parrochas otoñales, se deduce claramente que la aparecida a fines de verano, de máximo otoñal, procede de las puestas tempranas del mismo año, y las primaverales de las tardías del año anterior. Las observaciones de ANDREU (9) sobre la parrocha parecen confirmar esta interpretación. Es posible, por otra parte, que la puesta de un año produzca un sólo máximo de generación, pero por no pescarse sardina en invierno se subdivida éste en dos máximos de captura. Probablemente influye la temperatura en esta falta de pesca en invierno, bien por ser las aguas superficiales demasiado frías y mantenerse la sardina en profundidad,

CUADRO V

Desembarcos de cardina en las zonas señaladas en el texto, con expresión de los puertos considerados (completa desde 1946)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Peñes S. Sebastián Zaraya Ondarros Euzoboro	Bermeo Nemagalea Castro Urdines Laredo Santola Santander Bajaquada	S. Vicente de la Barquera Llanes Ribadesella Lantres Villavieja Gijón Llanes	Avilés S. Roque Larrea Eibara	Vivero Sta. Marta de Ortizacina Ferrol Sada Coruña Comas Carnesinas	Cacabilla ⁴ Muros Noya Sta. Eugenia Villagarcía Paola de Comarcal El Grove	Songrojo Marín Buen Cangas Bayona Vigo La Guardia	Ajuntado I. Cristina Boelva	Sanlúcar Puerto de Santa María S. Fernando Rota Cádiz	Barbate Algeciras La Línea Tarifa	Canarias Las Palmas Santa Cruz de Tenerife Granera Santa Cruz de la Palma Fuente- ventura
1939	2.452.597	1.400.862	871.879	—	2.394.180	8.726.120	21.062.853	8.906.121	212.685	3.494.000	—
1940	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1941	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1942	1.253.366	7.432.651	1.167.644	1.584.667	6.714.656	9.973.396	4.648.853	4.323.577	150.895	13.912.486	1.587.328
1943	3.519.937	3.221.144	1.240.767	1.257.690	5.685.794	10.738.610	13.986.836	6.818.535	281.295	8.933.209	1.415.263
1944	—	8.045.661	748.271	741.400	4.811.856	8.812.331	30.038.748	6.966.315	—	4.271.866	368.295
1945	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1946	1.438.860	1.690.100	1.770.809	1.974.099	5.628.390	6.638.200	10.478.809	11.537.460	—	14.392.500	1.112.700
1947	2.373.946	4.124.891	1.535.867	667.329	4.421.995	14.513.234	16.169.325	10.184.410	53.903	11.549.773	984.964
1948	257.296	1.356.268	1.325.173	518.871	2.182.675	2.805.144	2.547.996	6.676.354	—	10.620.390	897.964
1949	206.572	973.361	666.224	125.592	374.160	1.708.362	5.532.483	7.116.434	126.280	12.224.794	1.038.485
1950	917.527	1.832.531	996.661	491.289	1.218.958	2.797.563	5.144.547	10.974.315	—	16.092.379	1.077.888
1951	2.147.859	5.454.536	1.229.946	381.288	1.009.567	637.716	4.441.947	13.386.874	97.540	14.519.774	1.022.718
1952	306.837	1.155.726	1.017.696	364.467	1.307.055	729.085	2.783.895	12.844.018	114.358	17.502.257	1.066.450

o bien por dispersarse los bancos por la temperatura. Ya FAGH (44), ARNE (11) y FURNESTIN (48) suponen que las aguas frías superficiales no dejan ascender a la sardina. La dependencia de el «embarcamiento» más o menos cerrado con la temperatura ha sido también estudiada y comprobada experimentalmente en la sardina de California (128), si bien allí la frialdad de las aguas hace que se agrupe más estrechamente, al contrario de lo que en Galicia tendríamos que ocurrir. Es muy posible que en Galicia contribuyan estos dos efectos a la falta de pesca en invierno, pues en esta estación, cuando el día ha sido templado y el mar está en calma, los «xeiteiros» o pescadores que utilizan el «xeito» o sardinal gallego afirman que la sardina «sube» y se pesca, al contrario que en los días fríos en que no «enmalla». Por otro lado, en los meses de mínima pesca, también es el sardinal el único que suministra sardina, lo que indica que los bancos no están agrupados, pues en este caso se pescaría con cerco también con resultado.

Otra consecuencia interesante es que los máximos de parrocha no ocurren siempre en la misma época. Ya RUSSELL (116, II) indica cosa parecida en otros peces, pero la diferencia de máximos dice ser de un mes todo lo más. El primer máximo de una puesta, el de otoño, puede ocurrir de agosto a diciembre, y los primaverales de enero a agosto. Puede, por lo tanto, haber retrasos y adelantos de varios meses en los máximos de parrocha, e incluso desaparecer uno de ellos o ambos; es decir, que, prácticamente, en este último caso no se pesque parrocha en el año. A fines de octubre podemos fijar el primer máximo de pesca, y a fines de marzo el segundo. Parece natural relacionar estas alternativas de «arribazones» de parrocha con la forma, distribución y época de la puesta, que en este caso indicarían que ésta, además de ser larga duración, de ocho meses al menos según ANDREU (9), varía su máximo con los años, probablemente con amplitud que puede llegar a seis meses de diferencia. ARNE (12) y DE BUEN (26, 29), por ejemplo, ya señalan variaciones de la época de puesta.

También tiene interés el comprobar que las variaciones de cantidad de parrocha desembarcada pueden ser enormes (cuadro VI), desde prácticamente ninguna —ni siquiera se computa en Lonja en el año—, caso de las generaciones de 1928 y 1929, en los que, en cambio, hubo gran cantidad de sardina grande, hasta 3.617 toneladas en 1946, la máxima pesca de Marín en los años considerados, que equivale a unos 250 millones de individuos, y a unos 2.500 millones capturados entre las rías de Pontevedra y Vigo y la costa hasta la desembocadura del Miño.

La sardina adulta.— Si observamos la gráfica de la pesca de sardina (fig. 4) desembarcada en Marín, podemos ver con claridad que la sardina adulta se pesca durante todo el año cuando existe en suficiente cantidad, salvo en los meses más fríos (enero y febrero principalmente),

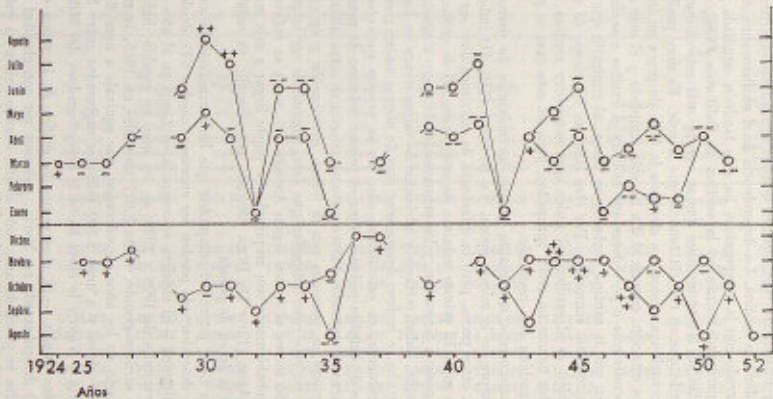


FIG. 5. — Gráfico del mes en que ocurren e importancia de los máximos de parrocha en Marín. Línea horizontal, generaciones; vertical, meses. Círculos, situación de los máximos. Con los signos + y - aislados o repetidos se indica la relativa importancia de ellos. Se unen con líneas los máximos otoñales y primaverales de las sucesivas generaciones para mayor claridad.

en los que experimenta un notable descenso su captura. Sufre también durante el año oscilaciones irregulares que no se pueden sistematizar fácilmente, pero en general se puede situar su máximo de pesca en verano u otoño.

CUADRO VI

Parrocha pescada en Marín, en kilogramos, de cada generación anual

AÑO	KG. PARROCHA	AÑO	KG. PARROCHA
1923	0	1938	0
1924	475	1939	1.701.452
1925	39.150	1940	8.489
1926	19.901	1941	900.252
1927	105.261	1942	681.421
1928	0	1943	1.388.223
1929	1.588.541	1944	2.007.807
1930	582.794	1945	3.685.426
1931	2.281.839	1946	205.010
1932	1.862.714	1947	2.485.941
1933	573.047	1948	527.322
1934	652.894	1949	280.470
1935	16.050	1950	300.089
1936	500.722	1951	81.590
1937	462.671		

En los años 1931, 1932 y 1940 podemos observar con claridad meridiana el paso de parrocha a sardina. Se ve que en ellos apareció gran cantidad de parrocha, que a los pocos meses pasó a ser capturada como sardina debido a su crecimiento, disminuyendo a la vez las cantidades de parrocha consignadas. Esta interpretación viene confirmada por la proporción calculada de edades en dichos años (fig. 6), en las que se puede ver un notable incremento de los individuos de más de un año, siendo en cambio escasa la proporción de la sardina de edad superior.

Otros años, en cambio, 1924, 1925, 1926, 1927, aparece sardina que no había sido observada como parrocha anteriormente, lo que indica, como veremos, una indudable inmigración a la costa de las rías bajas de sardina procedente de otros lugares.

Finalmente se ve que en la actualidad apenas se pesca sardina, aunque en los años 1952 y 1953 parece que ha aumentado su proporción (véase gráfica del 1951-52), cosa que se podrá confirmar cuando se den a conocer las estadísticas correspondientes.

Mortalidad. — Con la cantidad de parrocha y sardina pescada en Vigo de 1906 a 1915, según DE BUEN (26), y las de Marín suministradas por la Lonja, hemos calculado la mortalidad de la sardina del sur de Galicia a base de los supuestos previos que hemos establecido anteriormente. Tales mortalidades y supervivencias las exponemos en el cua-

Vigo

Marin

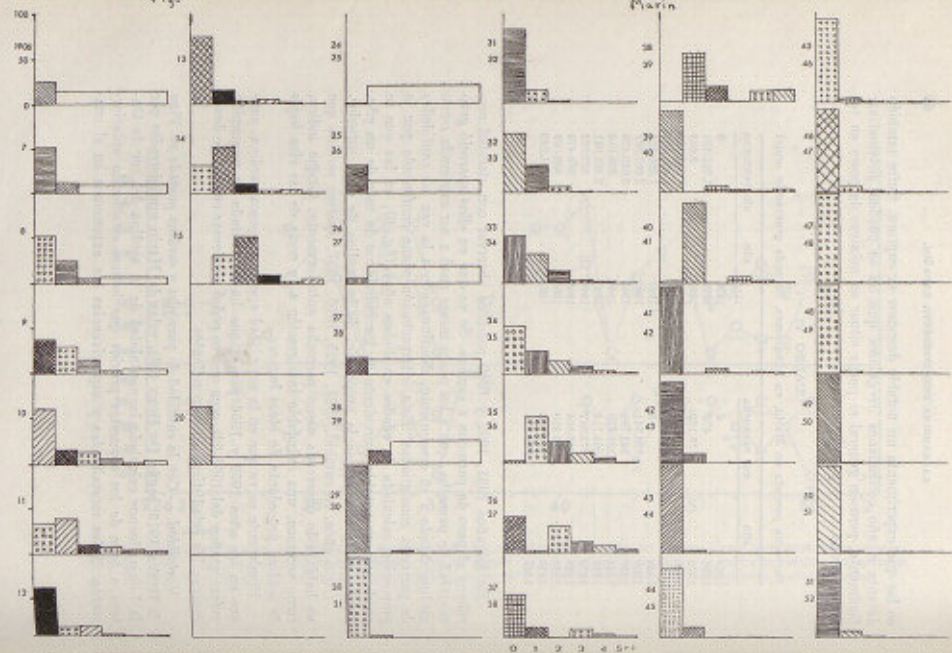


FIG. 4. — Evolución por especies de especies de la capturas del mar por las embarcaciones de Vigo, 1906-1931. (V. G. GONZÁLEZ, 1932, p. 100).

dic. VII. Examinando dichos datos y la gráfica correspondiente (fig. 7), sorprende el hecho de que la mortalidad es negativa en los años 1914-15, 1924, 1925, 1926, 1927 y 1936-37; es decir, que en lugar de morir aumentan en número.

CUADRO VII

Mortalidad y supervivencia calculadas en Vigo y Marín (por ciento)

AÑO	MORTALIDAD	SUPERVIVENCIA	AÑO	MORTALIDAD	SUPERVIVENCIA
1906-7 ...	35,1	64,9	1934	45,4	53,6
1907-8 ...	29	71	1935	47,7	52,3
1908-9 ...	68,8	31,2	1936	—	130,2
1909-10 ..	62,9	37,1	1937	35,2	64,8
1910-11 ..	53,4	46,6	1938	58,5	41,5
1911-12 ..	49,4	51,6	1939	74,6	25,4
1912-13 ..	30,2	69,8	1940	76	24
1913-14 ..	72,5	27,5	1941	89,1	10,9
1914-15 ..	—	100,1	1942	92,8	6,2
1925	—653,4	763,4	1943	62,7	37,3
1926	— 48,7	148,7	1944	72,9	27,1
1927	— 72,5	172,5	1945	91,5	8,5
1928	52,4	47,6	1946	99,5	0,5
1929	89,5	10,5	1947	95,8	4,2
1930	94,5	5,5	1948	99,6	0,4
1931	73,3	26,1	1949	99,3	0,7
1932	76	24	1950	98,4	1,6
1933	63	32	1951	96,4	3,6

En los años 1914-15 y 1936-37 este fenómeno puede explicarse quizá por variaciones en el esfuerzo de pesca, ya que la mortalidad negativa en ellos tiene pequeño valor. En efecto, dichos años coinciden con las anomalías de los comienzos de la Primera Guerra europea y de la Guerra de Liberación española. En los años 1936-37 sabemos que efectivamente el esfuerzo de pesca se redujo mucho por diversas causas, como ya señala también LOZANO (73), y en cuanto volvió a normalizarse no tiene nada de extraño que aumentase la cantidad de pesca lo suficiente para aparentar una mortalidad negativa. Dicho con otras palabras, las cifras de pesca no eran representativas en dichos años de la población real, por variación del esfuerzo de pesca en relación con los restantes años, y por lo tanto no podemos extraer ninguna consecuencia de índole biológica de ellas. Sin embargo, completado el estudio con la composición por edades, no podemos descartar en absoluto la llegada en 1936-37 y años vecinos de alguna cantidad de sardina procedente de otros puntos.

En cambio, en los años que van del 1924 al 1927 la mortalidad negativa no puede tener más explicación que una llegada a esta región de sardina de otro origen; es decir, que no ha nacido en aguas del sur de Galicia o en los lugares de puesta normales de la sardina de esta región, dada la estrechez de la plataforma continental. Hay que admitir, por lo

tanto, un cierto movimiento masivo de sardina hacia estas costas, de mayor amplitud que las emigraciones corrientes, y que se realiza sólo en años excepcionales. FURNSTVIN (48) habla ya de migraciones de este tipo, aunque las fechas de realización que supone no coinciden en absoluto con las encontradas por nosotros, y las razones que le hacen admitirlas son completamente distintas a las nuestras. Es más, creyendo como hemos justificado que la sardina es un pez relativamente costero, nos parece difícil admitir la amplitud de migraciones que supone este autor.

En la sardina de California (128) también han sido encontradas mortalidades negativas reducidas a un solo año. Suponen allí que las causas de este fenómeno, que consideran imprevisible, consiste en que se hacen asequibles a la pesca sardinas que antes no lo eran, bien por haber formado bancos en profundidad, bien en lugares alejados, o bien por no dejarse pescar por su movilidad, sardina esta última que constituye los llamados «bancos salvajes» por los pescadores, que, dicho sea de paso, no tiene nada que ver con la «sardina salvaje» francesa. Este último fenómeno de la movilidad de algunos bancos, que no se dejan pescar normalmente, también es observado por los pescadores gallegos.

En Galicia resulta muy improbable que si en aquellos años hubiera habido parrocha no se hubiera capturado, dadas las condiciones de la costa, por lo que creemos que la única explicación correcta es la de la inmigración.

Las mortalidades totales calculadas oscilan, como vemos —salvo las negativas—, de 29 a 99,6 % anuales. Las calculadas para la sardina de California oscilan del 10 al 84 % según los años (128). RANOVICZ (104), para el año 1950-51, calcula mortalidades según la edad de la sardina, que se ven diferentemente afectadas por el esfuerzo de pesca a que se hallan sometidas, entre el 25 % en los individuos de talla no comercial, 89 % en los adultos de 5 a 7 años de edad, sobre los que se centra la pesquería, y el 100 % en los individuos más viejos. Dado el que la longevidad de la sardina gallega es menor, y que las pescas se centran sobre individuos de seis meses a tres años como máximo, lo que hace que la mortalidad deba ser mayor que en California, creemos que las mortalidades calculadas por nosotros deben aproximarse mucho a las reales.

Cálculo de la proporción de edades. — Dicho cálculo sólo podemos realizarlo aproximadamente siguiendo a SEVERTZOV (120), a base de la siguiente suposición, que se realiza de manera comprobada aproximadamente en otros peces (véase, por ejemplo, BARANOV, 15, y RACKENY, 107-110); la mortalidad durante un año es uniforme para todas las edades a partir del momento en que el pez adquiere determinado tamaño, mortalidad que varía con los años. Quiere esto decir que, conociendo la proporción «número de parrochas / número de sardinas de un año o más»,

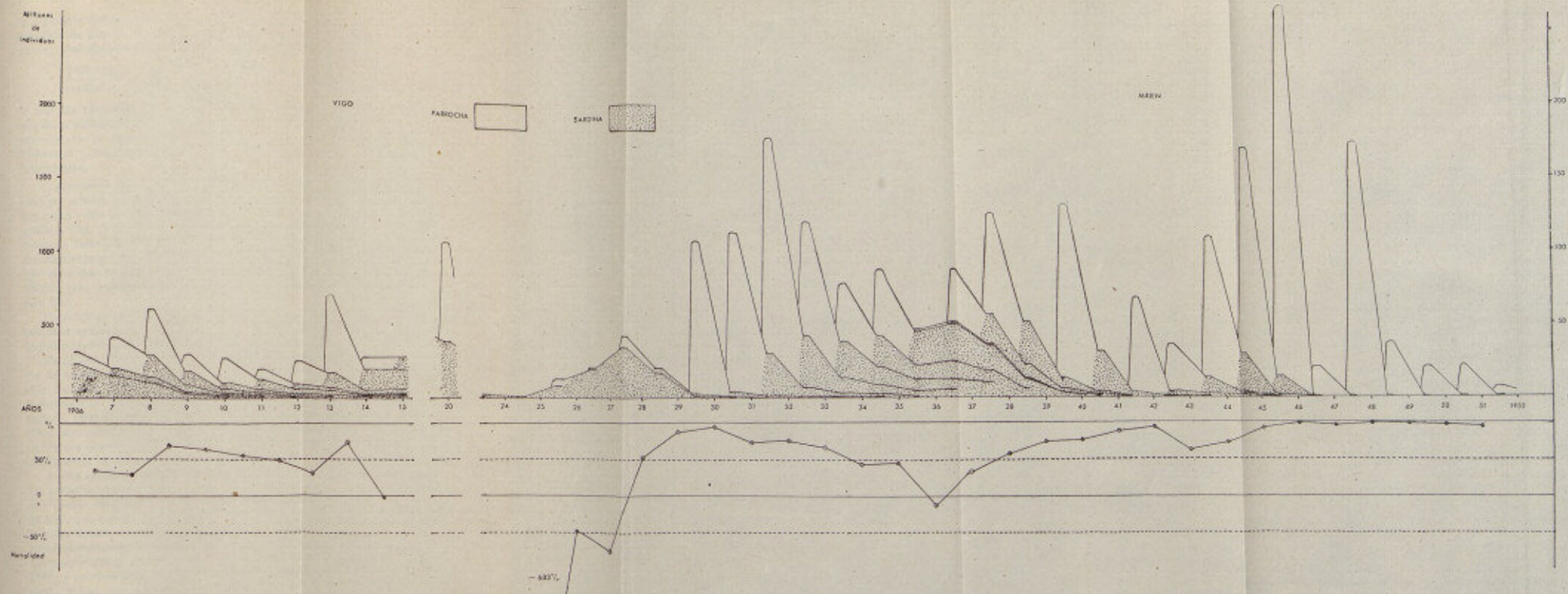


FIG. 7. — Dinámica relativa de la población de sardina determinada según datos de Vigo (1906-15 y 1920) y Marín (1924-52). Se indica la parroquia en blanco, la sardina punteada, con su composición relativa de edades. Escala vertical izquierda, Vigo; derecha, Marín; en millones de individuos. Parte inferior, mortalidad total calculada en tanto por ciento.

al siguiente dicha proporción se mantendrá, y será igual a la proporción «sardina de más de un año y menos de dos» / «sardina de más de dos años», y al siguiente lo mismo. En años sucesivos podremos establecer

$$\frac{\text{parrocha}}{\text{sardina}_1 \rightarrow} = \frac{\text{sardina}_1}{\text{sardina}_2 \rightarrow} = \frac{\text{sardina}_2}{\text{sardina}_3 \rightarrow} = \frac{\text{sardina}_3}{\text{sardina}_4 \rightarrow} = \dots$$

lo que nos permitirá calcular aproximadamente la composición por edades de la población. Es posible que la mortalidad aumente con la edad al aproximarse la sardina a los cinco años de vida, como suponen también HODGSON y RICHARDSON (65), lo que introduciría un pequeño error en los cálculos.

Composición por edades y dinámica de la población. — La composición por edades calculada, suponiendo que muere toda la sardina después del quinto año de vida, queda expuesta en los cuadros VIII y IX y las gráficas (fig. 7) de valores absolutos y (fig. 6) de valores por ciento. No tenemos datos para comparar los por ciento hallados con los encontrados directamente por los observadores, salvo en el caso de los de OLIVEN (93), que coinciden bastante bien en cierto modo, pero que no podemos considerar más exactos que los nuestros por defectos de muestreo para este fin.

Podemos apreciar las grandes variaciones en el número de individuos pescados anualmente, y el hecho de que en la actualidad se pesca casi exclusivamente parrocha y la mortalidad es muy elevada.

También podemos ver que de 1923 a 1952 existen años de abundancia de sardina y otros de abundancia de parrocha con una cierta oposición. Sardina abundante relativamente de 1923 a 1930 y de 1934 a 1939, y parrocha en los restantes. En cambio, este hecho no se aprecia en el período 1906-15, años de bastante equilibrio entre ambas cantidades. Como antecedente podemos citar a SILLIMAN (122), que en la sardina de California observa también que con sobrepesca (población joven) el reclutamiento es mayor que con pesca moderada (población vieja).

A esta oposición podemos darle tres explicaciones fundamentalmente. La primera, suponer que la parrocha y sardina requieren para su vida condiciones distintas de medio. Las ideas de FURNESTIN (48, 49, 51 y 51 bis), que supone que la sardina joven vive en aguas más cálidas que la vieja dentro de una misma población, parece que podrían explicar satisfactoriamente la oposición entre parrocha y sardina. Tres razones nos parece que se oponen a tal interpretación. a) Que en el período 1906-1915, y en otros años, 1932-33 y 1937-38, por ejemplo, no existe tal oposición y hay que admitir que en este caso se encuentran condiciones comunes de medio para las dos. Podría ocurrir que requiriesen condiciones especiales, pero coincidentes en una zona común. b) Que en este caso habría desplazamientos de población latitudinales que traerían como

CUADRO VIII

Composición por edades, absoluta y en tanto por ciento, de la sardina desembarcada en Vigo (calculada). Núm. de ejemplares

AÑOS	PARRUCHA	2.º AÑO	3.º AÑO	4.º AÑO	5.º AÑO	6.º AÑO	SARDINA
1906	78.536.059 25			75			235.315.899
1907	212.158.260 51	59.969.895 12,2		46,8			203.905.389
1908	308.035.620 51,1	150.618.164 24,9	96.188.629 8		18		295.564.240
1909	112.111.220 27,2	96.107.112 81,9	46.982.067 15,6	11.290.851 3,7		11,5	188.824.800
1910	160.586.400 60,8	41.503.262 15,4	35.655.738 13	17.454.353 6,4	4.188.905 1,5		111.671.660
1911	64.606.000 33,7	74.831.262 39,1	19.382.469 10,4	16.615.573 8,6	8.124.408 4,2	1.952.029 1,1	126.890.469
1912	155.209.600 61,1	31.328.096 13,1	38.613.963 15,1	10.001.349 3,9	8.573.635 3,2	3.882.213 1,5	98.620.740
1913	529.320.160 75	108.326.300 15,5	23.268.013 3,3	26.932.546 3,8	6.980.941 0,98	5.964.397 0,84	177.439.960
1914	86.329.800 30,7	145.561.044 51,4	29.792.432 10,6	6.298.978 2,25	7.411.950 2,64	1.919.758 0,68	194.552.860
1915	Sin datos	86.418.129 30,7	145.708.697 51,4	29.822.274 10,6	6.465.376 2,23	7.419.361 2,64	281.218.800
1920	668.346.187 61,4						385.227.082 36,6

consecuencia, a parte de posibles emigraciones «a fondo perdidos», una media vertebral superior en la parrocha que en la sardina adulta por las condiciones de la fenogénesis (8) que no parece darse (Ostern, 93). c) El que las anomalías térmicas del sur del mar del Norte y mar Celta publicadas por SMED (123, 124), indudablemente relacionadas con la temperatura de nuestras aguas (fig. 1), no parecen tener ninguna relación con la abundancia relativa de parrocha o de sardina, como debía ocurrir.

La segunda suposición es que la mortalidad en las primeras edades sea directamente dependiente de la concentración de sardina, como se ha observado en otras especies de animales [CHAPMAN (30) en *Tribolium confusum*, por ejemplo]. RUSSELL (116, VIII) parece confirmar esto con la observación de que los peces que frezan en verano (sardina entre otros) no experimentaron aumento de larvas en las capturas a pesar de la falta de pesca ocasionada por la guerra (que aumentó la población). Esta explicación parece más de acuerdo con lo observado, ya que en los años 1906 a 1915, de escasa pesca, se manifiesta un equilibrio entre ambos grupos, mientras que en los años de más concentración no existe tal equilibrio. El proceso de establecimiento de tal desequilibrio se puede ver en los años que van de 1928 a 1935, en los que la reducción de cantidad de sardina lleva consigo un aumento de la de parrocha, que sucesivamente hace aumentar la de sardina hasta reducirse nuevamente la joven. El hecho de que la mortalidad en las primeras edades sea dependiente de la concentración, cabe explicarlo por concurrencia alimenticia, por canibalismo, o por ambos efectos.

Las larvas de sardina, según LAMOUR (71), de 13 a 27 mm., se alimentan de presas grandes relativamente, que capturan activamente, copépodos adultos, larvas y huevos, así como larvas de gasterópodos. Desde la metamorfosis a los 82 mm., en cambio, se alimentan de organismos unicelulares, diatomeas peridíneas y ocasionalmente copépodos y larvas de gasterópodos. DE BUEN (29) señala que las sardinillas pequeñas contienen más copépodos que las adultas. En la sardina de mayor tamaño y alimentación parece no ser selectiva, según las investigaciones de MASSUTI y OLIVER (76, 77). El hecho de que se pesque sardina con raba y anzuelo (OLIVER, 93) y que contenga en su estómago alevines y grandes larvas de crustáceo, habla por el contrario de una captura activa de presas. Comparando con otras especies próximas, mejor estudiadas en este punto, por ejemplo las de HARDY (62) y SOLZUM (124 bis), en el arenque, y las de SCOTTUM (119) y LEWIS (cit. 119) en la sardina de California, podemos concluir, coincidiendo con DE BUEN (29), que la sardina europea se nutre durante toda su vida capturando activamente presas proporcionales a su tamaño, y positivamente desde el momento en que se le desarrolla el aparato filtrante, de seres de todos los tamaños.

CUADRO IX

Composición por edades, absoluta y en tanto por ciento, de la sardina desembarcada en Marín, en número de ejemplares

AÑOS	PARROCHA	2.º AÑO	3.º AÑO	4.º AÑO	5.º AÑO	6.º AÑO	SARDINA
1923 - 24							5.116.578
1924 - 25	32.698 0,32			99,6			1.089.500
1925 - 26	4.035.167 31,6			68,2			8.790.308
1926 - 27	1.379.035 6,7			93,3			19.181.085
1927 - 28	7.290.583 17,1			82,9			35.477.925
1928 - 29	0 0	3.470.318 14,6			85,4		29.373.502
1929 - 30	104.612.312 98	0	364.383 0,34			1,66	2.153.619
1930 - 31	110.121.710 96,8	3.661.431 3,38	0	12.753 0,01			3.817.666
1931 - 32	146.318.675 82,9	28.744.376 16,3	955.633 0,54	0	3.331 0,02		29.829.376
1932 - 33	76.374.280 64,5	35.118.648 29,7	6.896.650 5,81	329.351 0,19	0	790 0,006	42.306.599
1933 - 34	39.378.395 50,8	24.439.769 31,5	11.237.327 14,5	2.107.968 2,64	73.392 0,09	0	38.617.521
1934 - 35	45.144.776 52,1	21.106.819 24,4	13.099.716 15	6.023.267 6,9	1.183.266 13	39.338 0,04	41.516.812
1935 - 36	1.490.889 3,17	23.610.717 50,4	11.038.606 23,5	8.851.151 14,6	3.150.137 6,8	618.842 1,3	45.378.025
1936 - 37	34.679.315 40,1	1.944.459 1,9	26.042.629 30,4	12.173.869 14,3	7.566.819 8,7	3.474.601 4,01	51.727.524

AÑOS	PARDOCHA	2.º AÑO	3.º AÑO	4.º AÑO	5.º AÑO	6.º AÑO	SARDINA
1937 - 38	67.007.206 53	22.472.235 17,4	1.065.603 0,38	16.075.417 12,4	7.689.963 6,1	4.804.318 3,8	56.002.256
1938 - 39	72.722 0,14	24.214.091 54,8	9.325.977 38,1	442.225 0,85	7.003.381 13,5	3.274.334 6,3	51.572.469
1939 - 40	117.911.825 89,3	18.471 0,014	7.166.531 5,4	2.988.708 1,9	112.325 0,005	1.778.857 1,3	13.168.123
1940 - 41	588.040 1,8	28.298.830 88,2	4.435 0,013	1.718.007 5,35	378.511 1,8	26.958 0,82	31.496.587
1941 - 42	64.190.503 94,7	64.161 0,006	3.064.573 4,55	483 0,00071	187.476 0,275	63.957 0,094	3.508.482
1942 - 43	31.683.817 88,3	3.979.816 11,1	3.977 0,11	191.243 0,58	30 0,000008	11.623 0,032	4.226.522
1943 - 44	96.037.853 97,5	11.818.063 1,16	1.484.471 0,446	1.483 0,00014	71.323 0,069	11 0,000001	13.414.812
1944 - 45	138.004.452 82,3	26.028.258 15,4	3.202.685 1,9	400.290 0,24	509 0,00032	19.331 0,011	29.760.763
1945 - 46	250.505.264 94,3	11.813.848 4,45	2.212.221 0,83	272.229 0,10	34.447 0,013	46 0,000017	14.414.507
1946 - 47	18.885.331 83,2	1.252.831 6,18	59.069 0,29	11.051 0,054	1.391 0,006	172 0,0008	1.326.989
1947 - 48	172.176.273 99,3	793.183 0,46	52.618 0,02	2.480 0,0014	464 0,00026	57 0,000033	886.542
1948 - 49	36.522.320 98,1	688.705 1,8	3.172 0,009	210 0,0005	10 0,00002	2 0,000004	677.294
1949 - 50	20.481.500 96,5	255.656 1,21	4.820 0,023	22 0,00001	1 0,000004		274.069
1950 - 51	20.888.123 98,5	227.705 1,56	4.090 0,019	77 0,00005			332.092
1951 - 52	6.343.584 89,3	751.972 10,5	11.797 0,16	147 0,002	2 0,000028		766.796

Esta interpretación coincide con lo observado experimentalmente en la sardina de California en ejemplares mantenidos en acuario (128). Parecen tener también cierta preferencia, aun en la alimentación pasiva, por seres de un tamaño superior, por ver las nubes de alimento mejor. No es selectiva, por lo tanto, en cuanto a especies, sino en cuanto a tamaños. La consecuencia es que las larvas hasta 27 mm. entran en concurrencia alimenticia con la sardina a partir de los 82 mm. de longitud, pues se alimentan de lo que preferentemente satisface a la sardina a partir de este tamaño. En tanto que las larvas no concurren con la sardina de 27 a 82 mm., pero sí éstas también con la sardina adulta. Se ve por lo tanto que los dos primeros estados no entran en competencia entre sí, mientras que ambos lo hacen con la sardina adulta, y ésta por su mayor vigor les lleva ventaja. No existirá serio inconveniente para el desarrollo de una fuerte población de parrocha cuando no exista sardina, puesto que la alimentación de los jóvenes es escalonada, pero muy probablemente habrá fuerte disminución del alimento cuando exista sardina adulta en cantidad, lo que puede provocar la mortandad de los jóvenes.

El canibalismo es otra posible explicación. MIRANDA (79) observa en el contenido estomacal de la sardina adulta de Málaga gran cantidad de larvas de esta especie de 20 a 28 mm. de longitud. FURNBERG (48) señala que en el sur del Golfo de Vizcaya, en época de puesta, el estómago de la sardina contiene gran cantidad de huevos de ella misma. OLIVER (93) expone que sardinas de 160 y 161 mm. de longitud contenían en su estómago alevines (no determinados) de peces de 20 a 27 mm., lo que hace suponer que el canibalismo de larvas se verifica también en el caso de la sardina del noroeste de España. Tendríamos, por lo tanto, un caso semejante al de *Tribolium* (CHAPMAN, 30), en el que la concentración de adultos y de huevos, larvas y jóvenes se encuentra directamente relacionada.

Lo más probable a nuestro parecer es que influyan en tal oposición la competición alimenticia y el canibalismo simultáneamente, lo que explicaría satisfactoriamente la influencia de la concentración de sardina sobre la nueva generación.

Finalmente, la tercera y última posible explicación del fenómeno es que no sea real, sino aparente, pues es posible que la mayor cantidad de sardina adulta haga que la parrocha se mezcle con ella en su mayor parte y la separación de ambas clases no se haga en Lonja, con lo que aparezca la mezcla computada como sardina. En la sardina de California (128) se ha observado experimentalmente que pequeño número de sardinas grandes no se mezclan con las jóvenes, pero que éstas siguen a las grandes y se mezclan con ellas sirviéndoles de guías éstas cuando el número de las pequeñas es relativamente menor. No creemos que sea

ésta una explicación correcta, pues el diferente precio de parrocha y sardina hace que en general se separe para la venta, y por las declaraciones de los pescadores es raro se capture muy mezclada.

La composición por edades de la población y la mortalidad calculada, nos hablan también de una sobrepesca en la actualidad, manifestada por el rejuvenecimiento de la población. Esta sobrepesca como veremos no es la determinante de las crisis; aunque sí provoca su acentuación al no disponerse prácticamente más que de una clase anual, que puede variar en número enormemente.

La supervivencia calculada de sardina de más de seis años entre los años 1906 y 1940 nos puede indicar que aquellos años hubo inmigración de sardina y, por lo tanto, que la mortalidad negativa de 1936-37 puede tener el mismo significado que en los años 1924 a 1927. Aunque también cabe suponer que por no haber tenido en cuenta un posible aumento de mortalidad al acercarse a los cinco años (65) de vida, la proporción de edades tenga algún error.

Abundancia de parrocha y su relación con el número de reproductores. — Por lo expuesto anteriormente podemos ver que no existe una relación entre la cantidad de parrocha de una generación y el número de reproductores. Tampoco se observa un aumento de sardina a los dos años de una buena pesca de parrocha, como dice DE BUEN (26). Probablemente, en cambio, el número de reproductores está estrechamente relacionado con el de huevos puestos. POULSEN (102) encuentra por ejemplo, buena concordancia entre las toneladas de arenque desembarcado y el número de larvas y huevos de arenque en 30 minutos de arrastre, lo que parece confirmar esta última interpretación. CUSHING (38) encuentra relación entre las manchas de ecosonda y densidad de huevos de sardina en el Canal de la Mancha. En California (128), uno de los procedimientos de cálculo de la población absoluta de sardina se basa en el número de huevos planctónicos, cálculo que coincide suficientemente con los valores dados por otros procedimientos, lo que indica ponen todos los huevos.

Pero el volumen de la generación de parrocha correspondiente a los huevos puestos está más influenciado por la mortalidad de huevos y larvas que por el número de huevos, pudiendo dar una buena puesta una mala generación y viceversa. En 1938, en que no se pescó parrocha y sí sardina grande, tenemos que destacar que en el Canal de la Mancha RUSSELL (116) señala una de las mayores puestas de sardina, y aunque sea un dato alejado de nuestras costas, creemos que tiene interés. En California MARR (75) dice que también se ha comprobado este fenómeno, que no han podido explicar satisfactoriamente, aunque lo suponen originado por causas naturales. Al hablar de la oposición de parrocha y sardina ya hemos indicado nosotros una posible causa de este fenómeno

en algunos años, pero con ello no se explica satisfactoriamente la gran mortalidad de huevos y larvas en años en los que existía poca sardina adulta. Quizá se pueda explicar satisfactoriamente teniendo en cuenta las investigaciones de SOLEIM (124 bis) sobre mortalidad de larvas de arenque. Encuentra que éstas pasan por un período crítico en el momento en que se les consume el saco vitelino, y el que si no disponen inmediatamente de larvas de crustáceos para alimentarse, o la iluminación no es adecuada para su captura, mueren en cantidades extraordinarias. A este fenómeno atribuye la riqueza o pobreza de las clases anuales correspondientes.

Estudiamos por esta razón con interés las condiciones que pueden influir en esta mortalidad, que es la decisiva para determinar las crisis.

Mortalidad natural. — Si supiéramos cuál es la mortalidad natural de la pesquería podríamos calcular la mortalidad por pesca, y consiguientemente, la población real de sardina. Para ello es necesario (RICKERT, 107; SILLIMAN, 122) conocer el esfuerzo relativo de pesca, la composición por edades de la población comercial, y la pesca total en períodos en que la pesquería está estabilizada. En el caso de la sardina gallega, dado su corto período de vida, es un problema el poder decir cuándo la pesquería está estabilizada. Los restantes datos no son aquí más que aproximados y carecemos sobre todo de esfuerzo total de pesca, aunque éste no tiene una influencia muy notable al parecer.

Desgraciadamente tampoco en Europa, que sepamos, se ha calculado dicha mortalidad, ni siquiera una estimación aproximada de ella que nos pudiera servir de guía o norma. De aquí que no podamos intentar su evaluación más que con cierta aproximación a base de comparar la fecundidad, longevidad y mortalidad de nuestra sardina con la de California, en la que existen estimaciones de cierta exactitud.

Para la sardina de California hemos utilizado los datos de crecimiento y edad de PHILLIPS (96) y fecundidad de CLARK (31), redondeándolos para mayor sencillez (cuadro X).

CUADRO X

Relación entre edad y longitud y fecundidad de *Sardinops caerulea* de California, según datos de PHILLIPS y CLARK

Años	1	2	3	4	5	6
Longitud, mm.	116	179	202	214	226	226
N.º de huevos		90.000	90.000	90.000	90.000	100.000
		7	8	9	10	
		243	249	251	253	
		120.000	150.000	175.000	175.000	

Para la de Galicia no hemos podido encontrar más datos concretos de crecimiento que los de DE BUEN (25, 29), que por trabajos posteriores de OLIVER (92, 93), observaciones inéditas de ANDREU, y las muestras propias, creemos no responden a la realidad. Podemos admitir con DE BUEN (25, 29) y datos de OLIVER (92, 93) un crecimiento medio en el primer año de 145 mm., y una longitud máxima de unos 225 mm., según los datos de dichos autores y observaciones de ANDREU y propias, con una longevidad máxima de cinco años. Con tales datos construimos la curva de crecimiento de WALFORD (132), para calcular la longitud en cada edad, necesaria para el cálculo de la fecundidad, puesto que a tal tipo de crecimiento se ajusta también el de *Sardinops caerulea* (PHILIPS) y muy posiblemente la nuestra. Conviene advertir que como la curva de crecimiento varía con las localidades, no hemos podido utilizar las curvas de crecimiento de otras sardinias atlánticas (105, 103), que tampoco parece se ajusten a la realidad. Los cocientes

$$\frac{L_3 - L_1}{L_1 - L_0} = \frac{L_2 - L_1}{L_1 - L_0} = \frac{L_4 - L_2}{L_2 - L_1} = \dots = 0,35$$

se ajustan a estos datos, y los tamaños a cada edad son los del cuadro XI y figura 8, más elevados que los que admite DE BUEN (25, 29), aunque coincidan bastante bien con los que da OLIVER (92).

Los datos de fecundidad absoluta y primera puesta han sido tomados de los hallados por ANDREU (9), los primeros todavía inéditos. Resumimos los valores utilizados también en el cuadro XI, en el que hemos redondeado las cifras para facilitar el cálculo.

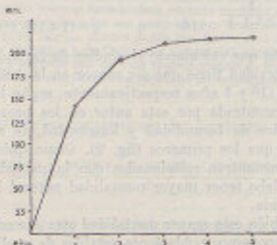


FIG. 8. — Curva de Walford calculada de crecimiento de la sardina del noroeste de Galicia a base de datos publicados y observados.

CUADRO XI

Relación entre edad, longitud y fecundidad de Sardinas pilchardas del sur de Galicia según la curva de Walford calculada y datos inéditos de ANADÓN

Años	1	2	3	4	5
Longitud, mm.	145	195,75	213,31	219,73	221,80
Número de huevos	40.000	64.000	120.000	120.000	120.000
Longitudes consideradas para el cálculo	145-155	170-200	210	210	210

Con la fecundidad absoluta (media entre extremos) hemos calculado el llamado «índice de fecundidad» (q) por SEVERTZOV (120), por medio de la fórmula

$$q = (1+r) \frac{1}{p^j \cdot s^s}$$

en la que r es el número de huevos puestos en una temporada, p la edad de la primera puesta, j el intervalo entre dos puestas, y s la razón «número de hembras / número de machos».

Varía considerablemente este índice según la edad de la primera puesta, puesto que los otros valores no varían. Resulta así para la sardina gallega, según se considere que pone la mitad en el primero y toda en el segundo (ANDRUK, 9) (retrasándose la madurez hasta cumplir el primer año de vida en el segundo caso), o toda en el primer año.

$$q = (1+80.000) \frac{1}{1,5 \cdot 1 \cdot 1} = 1.900 \quad \text{o} \quad q = (1+80.000) \frac{1}{1 \cdot 1 \cdot 1} = 80.001$$

y para la sardina de California, según se considere que en el segundo pone la mitad y en el tercero toda (CLARK, 31), o toda a los dos años de edad

$$q = (1+145.000) \frac{1}{2,5 \cdot 1 \cdot 1} = 116 \quad \text{o} \quad q = (1+145.000) \frac{1}{1 \cdot 1 \cdot 2} = 381$$

Resulta por ello que calculando al «índice de fecundidad» de SEVERTZOV (120) la longevidad tiene que ser mayor en la sardina de California que en la gallega (10 y 5 años respectivamente, según las observaciones). A la regresión encontrada por este autor en los peces (menos Salmónidos), entre índice de fecundidad y longevidad, se ajustan mejor los segundos valores que los primeros (fig. 9). Como quiera que estas dos magnitudes se encuentran relacionadas con la mortalidad, resulta que indudablemente debe tener mayor mortalidad natural la sardina gallega que la de California.

Confirma también esta mayor mortalidad otro procedimiento de cálculo. Si nosotros suponemos poblaciones estables de sardina, es decir, que llegue todos los años a la misma edad el mismo número de ejemplares, tendrá que haber una composición por edades fija y una puesta deter-

minada anual también, que exigirá una mortalidad fija. Si consideramos que la mortalidad es uniforme en todas las edades, como aproximadamente ocurre, para poder utilizar las fórmulas de BARANOV (15) y VOLTERRA (129) de decrecimiento de una población, podremos hacer el siguiente cálculo, utilizando la razón de supervivencia anual s (RICKERT, 109) para simplificar.

Un número determinado de huevos, n_0 , estará sometido a una razón de supervivencia s , con lo que los sucesivos números de supervivientes de la generación al año 2, 3, 4, etc., serán $n_1 = n_0 s$, $n_2 = n_0 s^2$, $n_3 = n_0 s^3$, $n_4 = n_0 s^4$... respectivamente. El número de huevos puestos anualmente en esta población estable tiene que ser igual al de huevos inicial, para que exista esa estabilidad, teniendo en cuenta el número de generaciones que permite la longevidad de la especie. Tenemos que tener en cuenta también que la mitad de los individuos aproximadamente son hembras, y que en el primer año sólo ponen la mitad de las hembras.

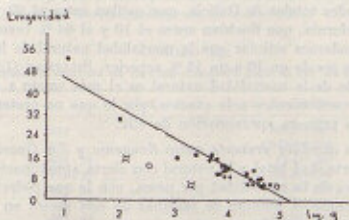


FIG. 9. — Regresión entre longevidad e índice de fecundidad según SEVETZOV, q. de peces (menos Salmónidos), copiada de dicho autor, a la que se le han añadido los calculados por nosotros para la sardina gallega y de California. Círculos negros, puntos dados por SEVETZOV; blancos, de la sardina gallega (derecha) y de California (izquierda), suponiendo que ponen el primero y segundo año de vida respectivamente; blanco con aspa, ídem suponiendo que sólo lo hace la mitad de las hembras en esas edades.

Podemos establecer en consecuencia las siguientes ecuaciones: para la sardina gallega

$$n_0 = \frac{n_1 s - 0.5 \cdot 40.000 + n_1 s^2 \cdot 64.000 + n_1 s^3 \cdot 120.000 + n_1 s^4 \cdot 120.000 + n_1 s^5 \cdot 120.000}{2}$$

equivalente a

$$1 = 10.000 s + 32.000 s^2 + 60.000 s^3 + 60.000 s^4 + 60.000 s^5$$

ecuación de quinto grado que hemos resuelto por tanteo y que nos ha dado para s un valor comprendido entre 0,0001 y 0,0000000, y para a

(mortalidad anual) un valor entre 0,9999000 y 0,9999001 (99,99000 % y 99,99001 %).

Y para la de California, que pone en el segundo año la mitad de las hembras,

$$1 = 22.500 x^2 + 45.000 x^3 + 45.000 x^4 + 45.000 x^5 + 50.000 x^6 + \\ + 60.000 x^7 + 75.000 x^8 + 87.500 x^9 + 87.500 x^{10}$$

ecuación de décimo grado que, resuelta por tanteo, nos da x comprendido entre 0,0066 y 0,0067 y a entre 0,9934 y 0,9933 (99,34 y 99,35 % respectivamente).

Es decir, que prescindiendo de que la mortalidad en las primeras fases es muchísimo mayor que en el resto, también la sardina gallega debe tener una mortalidad natural superior.

En California, CLARK (35) evalúa la mortalidad natural media en un 20 % en la fase adulta, y RADOVICH (104) en 1951 encuentra una mortalidad del 45 al 25 % en sardina no sometida a pesca. Comparando las mortalidades totales de Galicia, que oscilan entre el 29 y el 99,6 %, y las de California, que fluctúan entre el 10 y el 84 % (exceptuadas las negativas), podemos estimar que la mortalidad natural de la sardina de Galicia puede ser de un 10 a un 15 % superior. SILLIMAN (122) ya indica que el cálculo de la mortalidad natural es el más sujeto a errores, aun utilizando procedimientos más exactos, por lo que no pretendemos aquí más que una primera aproximación de ella.

Población absoluta presente entre Sangenjo y La Guardia. — Conociendo la mortalidad total y la natural con cierta aproximación, podemos tener una idea de la mortalidad por pesca, con lo que podremos calcular aproximadamente el número de sardinias de seis meses en adelante de edad presentes en un año.

El procedimiento de cálculo es por demás sencillo, si bien no es muy exacto y sólo puede darnos una idea aproximada de la población. A pesar de estos inconvenientes, creemos vale la pena hacer el cálculo, del mismo modo que se dan cifras de producción de plancton mucho más sujetas a errores y que a pesar de ello son de gran interés.

Si restamos una mortalidad natural fija de la mortalidad total, nos encontramos con variaciones de la mortalidad por pesca muy grandes. Esto indicaría que la muestra no era representativa de la magnitud de la población objeto de estudio, puesto que representaría un porcentaje de ella distinto cada año. El esfuerzo de pesca por otro lado no suele variar de una manera desordenada, no modifica tampoco grandemente la muestra (SILLIMAN & CLARK, 113) y la mortalidad total anual no oscila bruscamente a lo largo de los años, sino con tendencias lentas, como también se ha observado en California (129). Esto parece indicar que existen variaciones grandes en la mortalidad natural, por otro lado

muy difíciles de estimar justamente. De aquí y de la comparación de las pescas en Marín y Vigo a lo largo de los años, parece desprenderse que la «muestra» es representativa de la población en un conjunto de años, que pueden ser no muy exactamente comparables con otro conjunto, por representar porcentajes distintos de pesca, pero en los que lo que varía probablemente más es la mortalidad natural.

Tenemos que reducirnos, por lo tanto, a hacer una estimación de la mortalidad debida a pesca, fija, con arreglo a los datos de California y los nuestros. No estará lejos de la realidad el estimarla entre el 45 y 55 %. Utilizaremos, sin embargo, para el cálculo el 50 % solamente, y sólo lo haremos de determinados años. Las pescas de Marín representan aproximadamente el 10 % del total de la zona comprendida entre Sanguenjo y La Guardia, y las de Vigo el 68 %, según las computadas en los años 1946 a 1952, en que tenemos datos completos. Las cifras calculadas las exponemos en el cuadro XII. Según ellas, la población oscila entre unos 20,000.000 y 5.300,000.000 de sardinas, en relación al mínimo con el máximo aproximadamente de 0,5 a 100.

CUADRO XII

Población absoluta de sardina calculada para el sur de Galicia

AÑOS	N.º DE SARDINAS
1910	604.310.000
1913	2.243.682.000
1924 - 25	22.447.960
1931 - 32	3.522.959.000
1932 - 33	2.573.617.500
1937 - 38	2.480.989.280
1944 - 45	3.374.944.300
1945 - 46	5.290.981.542
1946 - 47	404.245.400
1949 - 50	415.112.300
1951 - 52	142.206.400

Mortalidad de huevos, larvas y sardinas antes de los seis meses de edad. — Sobre la base de la composición por edades de la población, que hemos calculado, y de las cifras de fecundidad absoluta amablemente facilitadas por ANDREU, hemos calculado la mortalidad de la sardina hasta los seis meses en un año de máximas, un año de mínima y un año de mortalidad media.

La puesta de la sardina en la temporada 1938-39 fue proporcional a 1.420.234.614.000 huevos, de los que vivieron hasta los seis meses o más 72.728 sardinas, con una mortalidad del 99,99990548 %, prácticamente el 100 %. En el año 1946-47, de mortalidad mínima, los huevos puestos fueron proporcionales a 15.076.158.000, de los que llegaron a

los seis meses 172,176.278 parrochas, con 98,868 % de mortalidad. Y en el 1932-33, de mortalidad media, los huevos puestos fueron proporcionales a 585.732,280.000, y llegaron a parrocha 39,378.395, con mortalidad de 99,993277 %. La mortalidad, como vemos, es muy elevada, y pequeñas variaciones en el porcentaje de ella pueden hacer cambiar por completo el volumen de la generación.

Comparación de las pescas de Vigo y Marín con las de otros lugares.—La suposición, casi seguridad, de que, en determinados años al menos, la sardina pescada en el sur de Galicia no procede de los habituales lugares de puesta, y que la crisis agudísima de 1924 no puede razonablemente atribuirse a sobrepesca —ya que en el año 1923 se pescó sardina de más de un año y no parrocha, al contrario de lo que debía haber ocurrido en este caso—, nos ha llevado a comparar las pescas de estas costas con las del norte de Portugal y costas atlánticas y cantábricas españolas, lugares de los que poseemos algunas estadísticas. Con ello tratamos de ver si las crisis son generales o locales, además de encontrar un posible desplazamiento de los bancos. Ya DE BUEN (27, 29) había utilizado un método parecido para el estudio de los supuestos desplazamientos o migraciones anuales, pero los datos que utilizaba se reducían a unos meses de un año solamente, sin tener en cuenta los resultados obtenidos por el análisis de la media vertebral, que eran contrarios a aquellas supuestas migraciones. Peca su trabajo de exceso de generalización para tan escasos datos, lo que hace que sus conclusiones sean muy dudosas.

Los datos de que disponemos nosotros no nos permiten tampoco hacer un estudio acabado, pues son fragmentarios e incompletos, pero nos suministran indicios muy interesantes. Haremos únicamente un estudio grosero de la estadística anual, reservando para cuando completemos los datos mensuales un estudio más completo.

Se observa en primer lugar que la crisis de 1924 en el sur de Galicia se corresponde con un notable incremento en las pescas de Santander (ALAEIOS, 1), único lugar del que disponemos de estadísticas de aquellos años, y que las fluctuaciones son casi exactamente opuestas entre 1922 y 1928. En la costa atlántica francesa no hubo tampoco disminución sensible en relación con otros años, ni tampoco en el mar del Norte e Inglaterra (DE BUEN, 27, 29). En cambio, en Isla Cristina el máximo de la crisis sobreviene el 1926, aunque la baja se inicia en 1924. No fue, por lo tanto, una crisis general.

En cambio, la de 1948 se manifiesta clarísima y con disminuciones proporcionales de pesca en Vigo, Marín y San Sebastián (NAVAZ & NAVARRO, 90), y probablemente en Santurce (LARRAÑETA, 70) (fig. 1). Esta crisis podemos estudiarla mejor, pues disponemos de las estadísticas anuales de los puertos más importantes de España desde 1946 a 1952 (10).

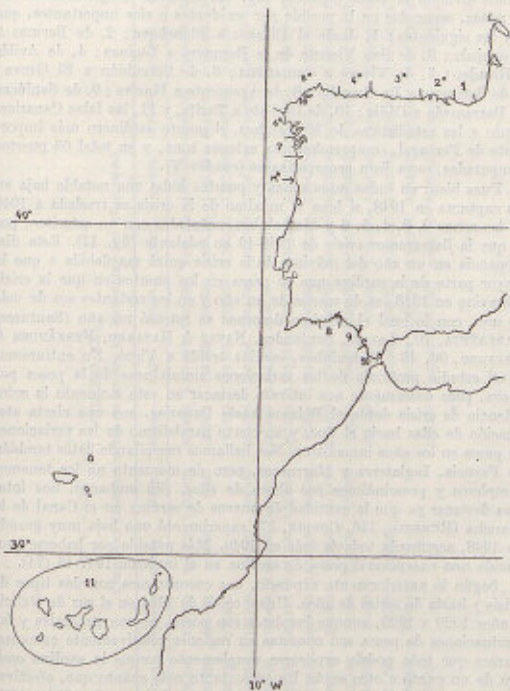


FIG. 10 — Mapa de las zonas en que hemos dividido la costa atlántica española para el estudio de la simultaneidad o no simultaneidad de las crisis. Se señalan con asterisco las zonas en que la crisis ocurrió en 1949; en las restantes tuvo lugar en 1948.

y de Matozinhos (cuadro XIII) en el norte de Portugal. Para su estudio hemos dividido la costa española (fig. 10) atlántica empíricamente en 11 zonas, separadas en lo posible por accidentes o ríos importantes, que son las siguientes: 1, desde el Bidasos a Blanchove; 2, de Bermeo a Requejada; 3, de San Vicente de la Barquera a Luanco; 4, de Avilés a Rivadeo; 5, de Vivero a Camariñas; 6, de Corcubión a El Grove; 7, de Sangenjo a La Guardia; 8, de Ayamonte a Huelva; 9, de Sanlúcar de Barrameda a Cádiz; 10, de Barbate a Tarifa, y 11, las Islas Canarias. Junto a las estadísticas de Matozinhos, el puerto sardinero más importante de Portugal, comprenden una extensa zona, y en total 63 puertos computados, cuya lista acompañamos (cuadro V).

Pues bien, en todas estas zonas y puertos hubo una notable baja en las capturas en 1948, si bien el máximo de la crisis se traslada a 1949 en las zonas 2, 3, 4, 5, 6 y Matozinhos, señalados con un asterisco, por lo que la llamaremos crisis de 1948-49 en adelante (fig. 11). Esta discrepancia en un año del máximo de la crisis quizá sea debida a que la mayor parte de la sardina que se pesca en los puertos en que la crisis sobrevino en 1948 sea de menos de un año y en los restantes sea de más de uno, con lo cual el máximo descenso se retrasó un año (Santurce, LARRAÑETA, 70; Laredo, SANTANDER, NAVAZ & NAVARRO, FERNÁNDEZ & NAVARRO, 90, 45; Matozinhos, sardina traída a Vigo). No entraremos en el estudio profundo de las variaciones simultáneas de la pesca por ahora, pues únicamente nos interesa destacar en este momento la coincidencia de crisis desde el Bidasca hasta Canarias, con una cierta atenuación de ellas hacia el Sur, y un cierto paralelismo de las variaciones de pesca en los años inmediatos. Nos hallamos recopilando datos también de Francia, Inglaterra y Marruecos, pero de momento no los tenemos completos y prescindimos por ahora de ellos. Sin embargo, nos interesa destacar ya que la cantidad de huevos de sardina en el Canal de la Mancha (RUSSELL, 116, COBSIN, 37) experimentó una baja muy grande en 1948, acentuada todavía más en 1949. Más notable por haberse producido una excepcional pesca de sardina en el invierno 1947-48 (74).

Según lo anteriormente expuesto, nos encontramos con dos tipos de crisis y hasta de series de años. Unas, crisis de 1924 en el sur de Galicia y años 1922 a 1928, aunque los datos son pocos, no son generales y las fluctuaciones de pesca son opuestas en regiones relativamente cercanas. Parece que todo podría explicarse simplemente porque la sardina emigra de un punto a otro según los años, tanto más cuanto que, efectivamente, como hemos comprobado anteriormente, hubo desde 1924 a 1927 un aporte de sardina aloctona al sur de Galicia. Pero esta explicación es demasiado simplista y en el caso considerado, sur de Galicia-Santander, nos parece mucha la distancia que tendrían que recorrer. Como no conocemos determinaciones de media vertebral ni ningún otro dato

CUADRO XIII

Estadística de desembarcos de sardina en Matozinhos (en kilogramos)

AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1940	5.936.800	119.420	813.720	1.479.520	908.680	1.197.740	4.002.820	3.803.320	4.872.460	8.165.760	5.296.500	6.323.300
1941	1.302.220	423.700	1.860	3.980	87.880	138.380	398.320	1.538.100	3.181.520	4.816.580	2.208.620	3.069.940
1942	2.650.580	377.680			30.780	402.480	788.500	2.364.760	2.567.400	4.465.100	5.752.360	5.547.280
1943	5.380.800	122.600	35.940	906.240	597.700	252.160	1.641.540	5.394.600	7.019.220	9.019.220	11.627.220	10.947.440
1944	11.468.100	1.768.000	1.082.140	1.629.420	1.217.440	1.682.260	3.187.940	6.199.060	8.282.300	9.177.660	13.233.620	6.181.160
1945	1.931.640	612.060	1.541.880	1.561.540	1.158.620	1.583.140	1.895.140	3.449.320	6.182.780	10.843.280	12.431.520	4.327.640
1946	3.163.140	260.040	1.076.720	380.200	53.840	392.420	2.747.340	4.182.560	6.694.700	11.987.620	7.858.720	9.145.100
1947	7.447.140	325.760	111.280	312.640	133.420	470.500	2.008.760	4.502.840	10.172.140	9.082.680	10.090.040	4.355.160
1948	1.940.060	4.040	100.300	178.600	72.040	550.120	2.523.280	2.143.300	4.539.300	4.793.140	3.767.620	1.077.800
1949	790.620	46.640			239.120	490.780	646.860	2.039.640	3.551.300	2.424.120	2.833.420	1.855.720
1950	737.080	1.760	118.400			120.480	850.220	4.743.620	5.732.780	6.345.320	6.295.060	8.906.820
1951	4.060.480	65.260				233.320	1.077.340	2.712.980	4.018.520	8.479.840	5.997.960	5.383.500
1952	694.700				152.260	365.660	2.076.600	4.424.780	5.135.840	6.230.040	4.777.480	3.738.080

aprovechable de aquellos años en estas regiones, no podemos saber si tal hecho ocurrió o no, pero repetimos nos parece muy improbable. Caben otras explicaciones que sólo podrían comprobarse disponiendo de estadísticas de puertos intermedios y adyacentes a los citados, amén de datos hidrográficos.

Otras series de años, 1947 a 1950, y sus máximas crisis correspondientes 1948-49, coinciden las fluctuaciones de pesca en todas las regio-

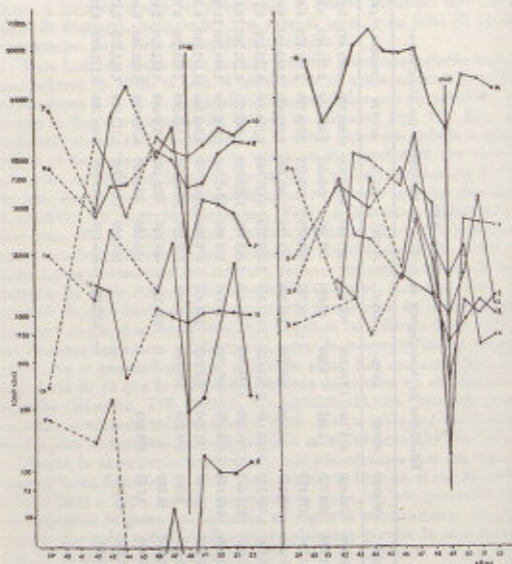


FIG. 11.— Gráfica semilogarítmica de pesca anual en las zonas de la fig. 10. Escala vertical en toneladas. De 1946 a 1950, los datos comprenden los 63 puertos completos. Se separan a la izquierda las gráficas de zonas en las que ocurrió el máximo de la crisis en 1948 y a la derecha las que lo presentan en 1949. La numeración corresponde a la de las zonas. M, Matosinhos.

nes, lo que no se puede explicar satisfactoriamente más que porque las variaciones en las poblaciones de sardina dependen de causas generales e independientes de las particularidades de la pesca en cada región. El resultado es bastante sorprendente, pues indica que no tiene nada que ver la sobrepesca, las artes prohibidas, los explosivos, el procedimiento de pesca, etc., con la determinación de las crisis, aunque sí probablemente influyen en su acentuación. Compárense a este respecto las crisis en el norte de Portugal y regiones de número 2, 3, 4 con las del sur de Galicia, mucho menos acentuadas aquéllas por pescar en una población no sobrepescada y en el caso de Portugal con buenas medidas de protección. Quizá, por otra parte, la ausencia de sobrepesca no sea debida a esta protección o a relativa poca demanda, sino a que en Galicia la plataforma costera —el «playal» de los pescadores— es breve, con accidentes que localizan la pesca, lo que hace se concentre más la sardina y sea más fácil su captura; mientras que en aquellas regiones es mucho más ancha, lo que hace sea más difícil de localizar y además, probablemente, posibilita la existencia de una población sardinera mayor.

Otros hechos notables nos hablan asimismo de la generalidad de las causas que intervienen en las fluctuaciones de la sardina. Uno de ellos, el de la oposición de la pesca de sardina y espadín, puede explicarse por concurrencia alimenticia además de por variaciones ambientales (ANADON, 3). Pero lo otro es mucho más interesante; se trata de la notable correlación encontrada por LOZANO (73) entre la cantidad de sardina pescada en Vigo un año y la pesca de bonito el año siguiente (*Gerres aalunga*) en la misma localidad. Creímos erróneamente entonces que el hecho era debido a que el bonito comía sardina, y el efecto no era más que el resultado de la influencia de la cantidad de alimento sobre el animal devorador (VOLTERRA, 129), como ocurre de manera comprobada con los conejos y zorros y otros muchos animales y sus presas. Pero dado que el bonito no come más que rara vez sardina, ni está relacionado por ninguna cadena alimenticia directamente con ella, no cabe la menor duda de que dichas fluctuaciones deben estar regidas por una causa común de índole general.

Relación entre las pescas de sardina y otros fenómenos. — Establecido el que la determinación de las crisis obedece a causas generales y no a puramente locales, lo inmediato es tratar de relacionarlas, así como las fluctuaciones de la pesca, con otros fenómenos.

Hemos tratado de hallar alguna relación entre la pesca de sardina y la amplitud de las transgresiones atlánticas de LE DANOIS (40) sin resultado. La bibliografía consultada sobre el caso es contradictoria. DESBROSSES (42), FURNESTIN (48), LE DANOIS & BEAUGE (39) suponen que no tiene relación con las transgresiones o al menos que no está clara. LE GALL & PRIOL (58), LE DANOIS, ARNE, PRIOL, etc. (41), en cambio,

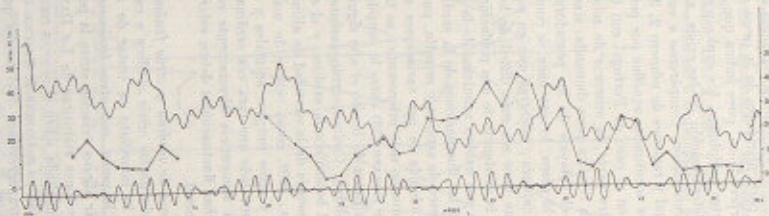


FIG. 12.—Relación de las pescas de sardina en Vigo con las transgresiones atlánticas de La Danois y con el efecto combinado de ellas y calentamiento solar según BEAUGÉ. Escala vertical, miles de toneladas. Línea ondulada superior, amplitud relativa de la transgresión; línea quebrada, cantidad de pesca; línea ondulada inferior, calentamiento solar + transgresión.

relacionan la puesta y la pesca de la sardina con las trasgresiones, si bien afirman en general que no vive en aguas trasgresivas. Con los datos y períodos encontrados o recopilados por LE DANOIS hemos confeccionado una gráfica en la que los períodos más largos tengan más influencia en la amplitud de la trasgresión que los cortos según indica dicho autor (figura 12). Superpuesta a la pesca anual de sardina en Vigo, no se observa relación entre las dos, lo que nos hace descartar en principio la influencia directa o decisiva de las llamadas trasgresiones sobre este pez.

Como los máximos y mínimos trasgresivos de LE DANOIS coinciden sensiblemente con los ciclos señalados por JOHANSEN (cit. 63) en las pesquerías de arenques, y HELDT (63) en la de atún rojo, no creemos necesario insistir sobre su no coincidencia.

Estudiamos también la posible relación entre la cantidad de sardina y los efectos derivados del caldeoamiento solar, y trasgresiones conjuntamente según la teoría derivada de la de LE DANOIS sustentada por BRAUGE (20), que aplica con éxito a la pesca en Terranova y Groenlandia. Ya afirman LE DANOIS y BRAUGE (39) que los períodos de máxima pesca en Terranova no coinciden con los de pesca de sardina en Europa, ni aparece un defasamiento claro. En cambio, BRAUGE (19) dice que existe una periodicidad en el rendimiento de la pesca con coincidencia de Francia y Terranova en máximos y mínimos, aunque no en fluctuaciones, y que en cambio Terranova y Noruega son opuestas en las fluctuaciones de pesca. En 1932 emite la teoría de que el caldeoamiento solar y las trasgresiones suman o restan sus efectos según su mayor o menor coincidencia, teniendo como consecuencia la variación en el rendimiento de la pesca. Hemos extrapolado sus gráficas y comparado con la pesca de sardina en Vigo para buscar una posible relación, pero no hemos hallado ni coincidencia ni defasamiento.

También hemos ensayado las curvas calculadas por OTTESTAD (97) para la cantidad de pesca de bacalao en Loffodén, a base de los datos suministrados por ERLANDSSON (43) y ORDING (96) sobre variaciones del espesor de los anillos anuales de crecimiento en los pinos y abetos noruegos, curva que resulta de oscilaciones periódicas de máximos cada 57, 23, 17,5, 11, 8,5 y 2,75 años. OTTESTAD utiliza para su cálculo sólo los períodos de once años y mayores. Acomodando dicha curva al caso de la sardina de Vigo (gráfica fig. 13), en que los individuos del año suministran el mayor contingente de la pesquería, en contra del bacalao, que lo hace, según OTTESTAD, de los 6 a los 11 años, observamos una concordancia muy notable y muy próxima a la encontrada en el bacalao por dicho autor, con un índice de correlación de 0,84. Nosotros no hemos calculado dicho índice ni la ecuación de la curva ajustada al caso de la sardina, pero repetimos que la concordancia es semejante, aun disponiendo de datos de un período menor de tiempo. Queda sin explicar,

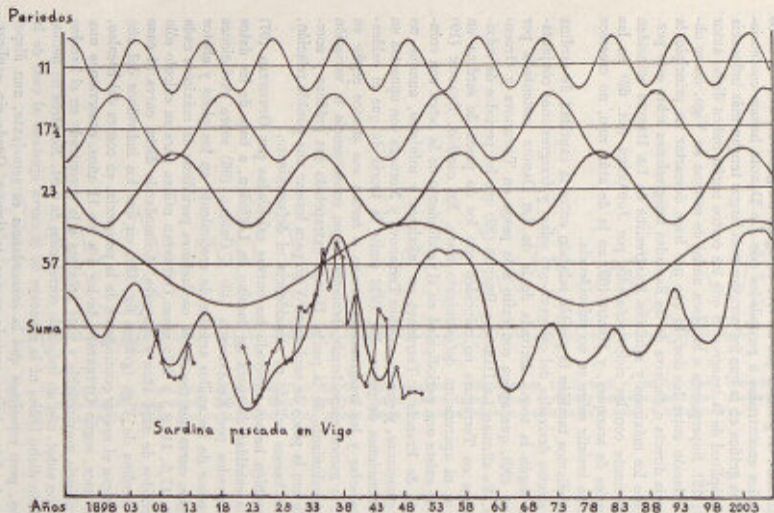


FIG. 13. — Relación de la pesca de sardina con la curva periódica utilizada por OYERMAN. Línea quebrada, cantidad de sardina en Vigo; líneas onduladas superiores, oscilaciones simples de período en años indicado a la izquierda. Inferior, resultante de todas ellas

sin embargo, el hecho de que en los años 1922 a 1928 fueron opuestas las fluctuaciones de la pesca en Vigo y Marín y Santander, en contra de lo que cabría esperar si influyesen las mismas causas en las variaciones. Si la curva fuera significativa de lo que habría de ocurrir en Vigo, nos indicaría un aumento de las pescas en los próximos años, si bien los datos no son suficientes para una tal predicción. En la gráfica hemos dibujado las oscilaciones teóricas hasta aproximadamente el año 2000, con objeto de dar una idea de ellas, sin pretender sea una predicción.

Por su largo período (225 años), no hemos podido comparar la pesca de sardina con la curva que da SCHERHAG (118) de caldeoamiento y enfriamiento del Ártico.

Relacionamos también la pesca de sardina en el sur de Galicia con las anomalías anuales de temperatura superficial del mar Céltico, publicadas por SMITH (124) —regiones comprendidas entre las latitudes 47-50° y 50-52° N. y longitudes de 5 a 10° O.—, correspondientes a las zonas marinas del sur de Irlanda e Inglaterra y oeste de Bretaña. Se observa una relación bastante clara entre ambas variables (gráfica fig. 1).

Pero, hecho notable, la relación es inversa en las crisis de 1924 y 1948-49. En la primera, que no fue crisis en Santander, se observa la coincidencia con ella de una anomalía térmica negativa bastante intensa y prolongada; el mar estaba más frío de lo normal. En la segunda, la anomalía era positiva, y se observa un notable paralelismo en aquellos años entre la pesca (logarítmica) en el sur de Galicia y la marcha de las anomalías térmicas anuales. Este paralelismo es lo suficientemente claro para indicarnos una relación estrecha entre ambas variables. Las anomalías térmicas del mar Céltico —desgraciadamente carecemos de datos de nuestros mares— están por lo tanto indudablemente relacionadas con la cantidad de sardina en nuestras aguas, y, con toda probabilidad, con el éxito o destrucción de la puesta, relación que puede ser más o menos directa, pues pueden depender ambas de otras causas.

Como quiera que existe correlación (JACOBSEN, 68) entre la anomalía térmica de un mes y las anomalías de los precedentes y siguientes, quizá sería posible una cierta predicción conociendo dichas anomalías, indicando la posibilidad de una crisis en determinado año. Creemos, por lo tanto, que tal hecho nos abre un camino de investigación interesante.

De las influencias meteorológicas e hidrográficas sobre la pesca de sardina hacen algunos autores ciertas indicaciones. DE BUEN (29) resume las de varios autores que relacionan la cantidad de sardina con la temperatura, los vientos, corrientes y tormentas. PUNASTIN (49, 51) dice que la temperatura del agua influye sobre las emigraciones de jóvenes y viejos. Nos hallamos en pleno estudio de ellas, pero adelantaremos algunos de los resultados obtenidos.

Carecemos de datos hidrográficos suficientemente continuos de nuestras aguas, de temperatura por ejemplo. Pero dado el que las temperaturas del aire y del agua se encuentran estrechamente relacionadas (ROUCH, 113; SMED, 123; JENSEN, 69) y que poseemos datos de 20 años de las primeras (cuadro XIV), hemos ensayado buscar relaciones entre cantidad de pesca de una generación y ellas. Interesante es el hecho señalado por GROSS (61) en el arenque, de que los cambios bruscos de temperatura son los que producen la mortalidad de larvas en cultivo. También RUSSELL (116, II) señala estrecha correlación entre abundancia de peces jóvenes y temperatura previa. Se han hecho indicaciones también (TAIV, 126) sobre si la curva de temperaturas acumuladas puede dar como en agricultura una idea de los cambios biológicos.

CUADRO XIV

Temperatura media mensual y anual del aire en Vigo

	ENERO	FEB.	MAR.	ABR.	MAYO	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1932	10,7	11,4	13,2	13,1	15,1	18,9	19,9	21,8	18,4	15,6	13,5	11,8	15,3
1933	9,4	10,2	10,8	13,5	15,8	18,6	20,4	21,8	22,4	17,5	14,8	13,2	15,7
1934	10,5	10,3	12,7	14,3	16	19,5	20,8	22,3	21,4	19,6	13,5	11	16
1935	9,3	10,3	11,6	14,7	16,4	18,9	19,8	24,2	23,1	16,9	11,6	11,3	15,7
1936	11,7	12	12,3	14,7	15,1	17,6	19,9	23,2	19,6	15,9	12,6	11,8	15,3
1937	10,4	12,2	12,6	13,6	15,4	18,8	19	20,5	20,3	16,1	12,7	10,5	15
1938	10,4	11,5	12,6	16	15,8	18,8	20,5	20,7	16,1	19,4	12	10,3	14,3
1939	11,3	11	13,1	14,1	17,4	18	17,8	19,6	20,4	15,3	13,1	10,9	15,1
1940	10,7	13	14,3	14,4	15,9	18,9	18,8	22	19,3	14,8	12,7	10	15,4
1941	9,2	9,7	11,5	12,4	14,1	19,6	19,8	20	21,4	18	13	10,8	15
1942	9,3	10	13,6	13,9	15,9	20,3	20,3	19,6	19,6	17,5	13,3	12	15
1943	12,3	11,5	13	17	16,8	17,8	20,6	21,6	18,1	15,5	12,4	10,6	15,6
1944	11,4	9,6	13,4	16,3	17,4	20,7	22,9	21,1	19,2	13,6	13,6	10,2	15,3
1945	8,6	12	14,1	16,8	15	19,5	18,2	18,4	17,9	17,9	14	11,5	15,1
1946	9,1	9,8	11,4	13,6	13	16,1	20,4	18,3	16,8	15,8	12,6	9,3	13,8
1947	8,8	9,1	11,9	15	14,1	18,1	18,8	20,2	19,2	16,8	14,7	10,6	14,7
1948	11	11,7	15,3	13,8	14,9	18,0	19,2	19,7	19,3	17,1	16	12,4	15,7
1949	10,9	12,5	12,7	16,1	14,8	18,2	22,1	21,8	18,7	17,8	12,9	10,8	15,8
1950	9,9	11,3	13,6	12,9	15,8	18,4	19,6	19,1	17,5	16	13,3	8,6	14,6
1951	9,3	8,4	10,6	13,3	13,3	17,9	20,7	18,2	18,5	14,9	12,2	11,8	14,1
1952	8,7	11	13,5	13,4	17	19,7	21,4	19,1	17,6	16	13,4	10,8	15,1

Por todo ello, hemos tratado de hallar una correlación entre la cantidad de parrocha de una generación y la temperatura media del aire en Vigo de los meses de máxima puesta de la sardina: enero, febrero, marzo y abril, así como con la suma de las temperaturas medias mensuales de febrero a junio (ambos inclusive). Las gráficas correspondientes (fig. 14) no muestran ninguna relación, y tenemos que descartar, por lo tanto, la temperatura del aire como una posible indicación del volumen de la generación.

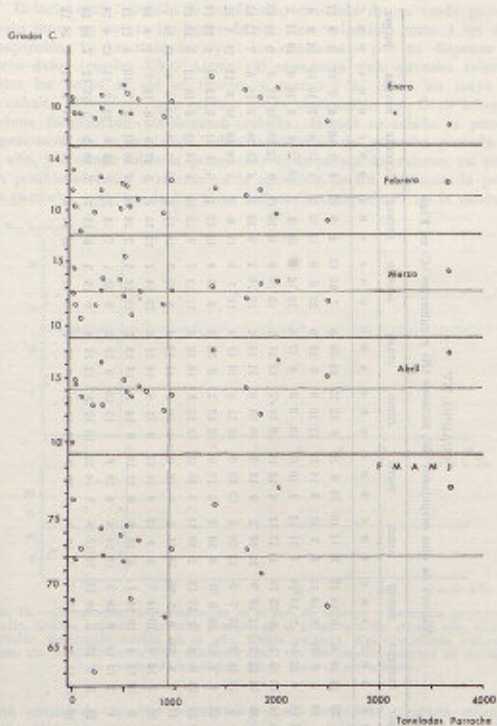


FIG. 14.—Correlación entre la temperatura media mensual del aire, en Vigo, de los meses de enero, febrero, marzo y abril, y de la suma de las temperaturas medias de febrero a junio, con el volumen de la generación de parrocha nacida el mismo año, en los años de 1912 a 1962. Se observa su no correlación. Escala vertical, grados centígrados; horizontal, toneladas de parrocha en Marín.

CUADRO XV

Número de días despejados (D), nubosos (N) y cubiertos (C) en Vigo

	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	D	N	C	D	N	C	D	N	C	D	N	C	D	N	C	D	N	C	D	N	C	D	N	C	D	N	C	D	N	C	D	N	C	D	N	C
1839	1	8	22	13	10	3	9	10	12	9	11	10	13	8	10	6	12	12	12	10	9	7	12	12	4	9	17	4	9	18	6	7	17	5	9	17
1840	6	7	18	3	5	21	5	14	12	8	7	15	6	14	11	11	10	9	6	16	9	23	8	0	11	12	7	5	17	9	7	10	13	14	8	9
1841	2	14	15	0	12	16	2	13	16	7	11	12	3	16	12	13	8	9	9	17	3	15	14	2	20	8	2	18	12	1	5	19	6	18	11	2
1842	4	13	14	10	13	5	0	12	19	1	17	12	4	13	14	10	13	7	13	17	1	12	10	9	9	10	11	9	12	10	16	11	3	5	11	15
1843	0	7	24	14	12	2	11	15	5	12	16	2	9	15	7	10	14	6	11	16	4	13	16	2	5	18	7	4	13	14	7	18	5	7	12	12
1844	16	9	6	12	12	5	19	7	5	12	10	8	15	13	5	16	11	3	14	13	4	16	7	8	15	8	7	5	10	16	10	8	12	16	4	11
1845	7	9	15	9	7	12	18	6	7	9	18	3	5	17	9	12	16	2	8	20	3	9	12	9	12	17	1	6	4	11	7	12	11	4	10	17
1846	7	10	14	14	6	8	2	17	12	1	18	11	3	10	18	12	13	5	16	12	3	11	13	7	7	13	10	4	14	13	8	10	12	5	11	15
1847	5	15	11	0	8	20	0	5	26	14	11	3	6	16	9	6	16	8	11	17	3	8	18	5	11	11	8	10	11	10	13	9	8	14	10	7
1848	1	6	24	3	18	8	10	14	7	9	9	12	4	18	11	9	15	6	14	11	6	10	14	7	12	13	5	5	17	9	8	15	7	7	6	18
1849	15	11	5	12	12	4	10	14	7	4	18	8	9	12	10	9	16	5	14	15	2	13	14	4	2	14	14	4	16	11	5	7	16	9	11	11
1850	7	17	7	1	11	16	9	19	3	12	14	4	6	19	6	5	15	10	9	19	3	8	22	1	7	18	5	7	18	6	21	2	11	13	4	14
1851	1	12	18	3	8	17	6	10	15	10	12	8	7	14	10	10	12	8	12	15	4	9	19	3	8	15	7	7	19	5	3	15	12	7	10	14
1852	6	15	10	10	11	8	1	13	17	5	16	9	3	20	0	11	16	3	11	20	0	8	16	7	13	13	4	0	13	18	10	9	11	0	16	15

Relacionamos también la insolación, estimada de un modo grosero—sin tener en cuenta las horas de sol, sino valorando como 1 los días despejados, $\frac{1}{2}$ los nublados, y 0 los cubiertos— por no disponer de otros datos (cuadro XV). ALLEN (2) encuentra una estrecha relación entre las horas de sol en febrero y marzo y la pesca en mayo de la caballa (*Scomber*), que explica por la repercusión que tiene sobre la cadena fitoplancton-zooplancton-caballa. Hemos estudiado la posible repercusión de la insolación sobre la cantidad de parrocha pescada en el año, y también sobre la procedente de la puesta del mismo, así como un posible adelanto o retraso en la aparición de los máximos de pesca de parrocha—ya que la luz tiene influencia comprobada en la madura-

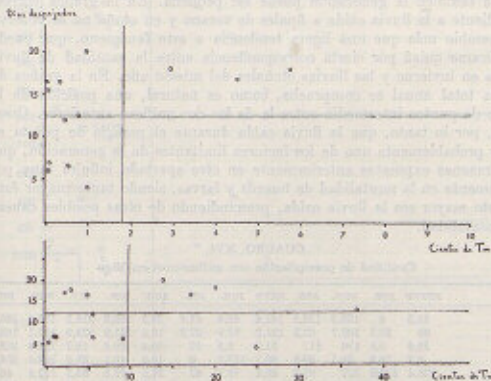


FIG. 15.—Correlación entre insolación en el mes de febrero y parrocha pescada en Marín. Gráfica superior, parrocha pescada en la primavera del mismo año. Gráfica inferior, generación nacida en el año. Eje vertical, días despejados valorados como 1, nublados como $\frac{1}{2}$, cubiertos como 0. Horizontal, cantidad de parrocha en cientos de toneladas. No se observa correlación.

ción sexual de muchos vertebrados— sin encontrar ninguna relación clara. Naturalmente, no hemos estudiado sólo el mes de febrero, sino que hemos ensayado todos los del año, pero sólo exponemos como muestra en este trabajo la correlación entre la insolación en febrero y la cantidad de parrocha pescada en primavera (gráfica fig. 15), y el volumen de la generación a que da lugar la puesta de invierno y primavera.

Estudiamos, por último, la relación entre la cantidad de lluvia caída en Vigo (cuadro XVI), con el volumen de la generación de parrocha correspondiente. ARNÉ (11) cree que los años lluviosos se encuentran poca sardina. Para analizar esta relación, como de costumbre, construimos las gráficas de correlación con sus nubes de puntos correspondientes (figura 16), de las que seleccionamos las que creemos más interesantes. La correspondiente a la cantidad total de lluvia de los meses de enero, febrero y marzo nos hace ver claramente que la generación precedente de ese año es escasa en el caso de lluvia abundante y sólo es grande con poca lluvia; ahora bien, la lluvia caída debe indudablemente ser una de las condiciones determinantes, pero no la única, puesto que con poca lluvia también la generación puede ser pequeña. En la gráfica correspondiente a la lluvia caída a finales de verano y en otoño no se observa en cambio más que una ligera tendencia a este fenómeno, que puede explicarse quizá por cierta correspondencia entre la cantidad de lluvia caída en invierno y las lluvias otoñales del mismo año. En la gráfica de lluvia total anual se comprueba, como es natural, una posición de la nube de puntos intermedia entre la de las dos gráficas anteriores. Creemos, por lo tanto, que la lluvia caída durante el período de puesta es muy probablemente uno de los factores limitantes de la generación, que por razones expuestas anteriormente en otro apartado influirá muy posiblemente en la mortalidad de huevos y larvas, siendo tanto mayor ésta cuanto mayor sea la lluvia caída, prescindiendo de otras posibles causas de mortalidad.

CUADRO XVI
Cantidad de precipitación (en milímetros) en Vigo

	ENERO	FEB.	MAR.	ABR.	MAYO	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1932	83,5	9	158,9	128,8	141,4	40,4	41,8	39,9	155,8	218,5	135,8	246,2
1933	90	23,1	198,7	42,5	131,2	53,9	37,8	19,8	131,8	323,9	157,1	168,8
1934	79,6	5,5	176	117	31,8	8,3	17	59,4	59,8	19,7	170,4	338,7
1935	6,7	78,9	49,1	80,9	66,1	117,7	0	10,9	40,1	35,9	263,8	354,9
1936	270,4	333,2	327	93,8	86,4	79,7	47	37,6	65,5	60,3	112,9	46,9
1937	238,3	196,2	339,6	147,4	41,4	15,4	20,9	0,2	33,6	94,8	312	192,8
1938	200,4	19	83	100	66,9	4,5	3,6	1	118,7	62,5	149,6	260,4
1939	231,8	2,6	41,1	75,8	33,4	74,1	33,8	18,3	35,4	214,1	238,5	166,7
1940	231,4	227,2	79,6	151,7	80	21,3	29,7	9,5	16,2	152,8	219,6	75,3
1941	210,8	309	166	153,3	153,6	43,4	62,3	14,7	44	2,4	179,4	313,5
1942	169,2	27,1	175	180,8	315,1	198,4	4,6	74,4	82,4	127	24,3	227,1
1943	269,1	50	78,2	35,5	24	5,6	45,8	15,2	64,2	168,2	87,4	332,9
1944	33,4	24,8	30	118,7	7,5	41,7	67,3	42,7	70,3	62,5	71,2	177
1945	179,3	24,5	22,9	83,2	69,3	35,7	13,5	63,2	17,9	152,5	183,5	209,4
1946	98	41,7	149,6	124,9	133,4	39,8	3,2	43,8	103,9	147,5	250,9	160,4
1947	152,1	369,3	438,3	51,5	96	45,2	1,8	6,5	32,8	56,2	83,9	122,5
1948	326,6	22	84,3	75,7	127,9	5,6	5,8	81,8	26,1	79	60,8	218,4
1949	96	39,6	43,4	59,9	70,7	18,2	24,2	8,9	89,6	103,3	304,5	138,2
1950	72,9	432,3	86,3	34	230,9	89,2	27,2	15,3	46,1	67,3	391,6	224,7
1951	305,0	448,5	391,9	55,6	221	69,2	50,5	118,1	62,7	133,5	338,5	190,8
1952	167	46,2	247,9	142,3	137,3	24,2	4,4	63,2	39,6	243,3	185,6	174,2

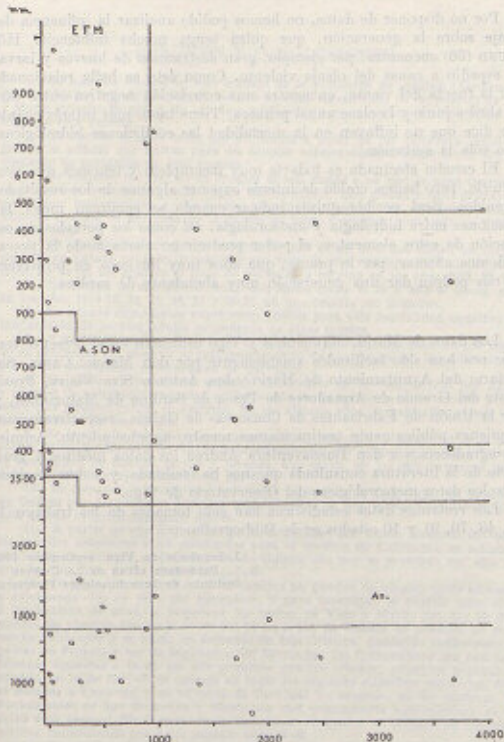


FIG. 16. — Correlación entre cantidad de lluvia total en Vigo en los meses de enero, febrero y marzo; agosto, septiembre, octubre y noviembre, y anual, con la generación de parrocha correspondiente pescada en Marín. Escala vertical en milímetros de lluvia; horizontal, en toneladas. Se observa una clara relación de la generación con la cantidad de lluvia en los primeros meses del año (véase texto).

Por no disponer de datos, no hemos podido analizar la influencia del oleaje sobre la generación, que quizá tenga mucha influencia. HÖGLUND (66) encuentra, por ejemplo, gran destrucción de huevos y larvas de espadín a causa del oleaje violento. Como éste se halla relacionado con la fuerza del viento, encuentra una correlación negativa entre ésta de abril a junio y la clase anual primera. Tiene tanto más interés cuanto que dice que no influyen en la mortalidad las condiciones hidrológicas, sino sólo la agitación.

El estudio efectuado es todavía muy incompleto y tenemos que proseguirlo, pero hemos creído de interés exponer algunos de los resultados obtenidos. Será posible quizás indicar cuando se conozcan mejor las relaciones entre hidrología y meteorología, así como los períodos de oscilación de estos elementos, el poder predecir en cierto modo la pesca. Podemos afirmar, por lo pronto, que años muy lluviosos en primavera no nos podrán dar una generación muy abundante de sardina.

Los datos de Marín, Matozinhos y Vigo utilizados en el presente trabajo nos han sido facilitados amablemente por don Manuel Casas, Secretario del Ayuntamiento de Marín; don Antonio Siza Vieira, Presidente del Gremio de Armadores de Pesca de Sardina de Matozinhos, y por la Unión de Fabricantes de Conservas de Galicia, respectivamente, a quienes públicamente testimoniamos nuestro agradecimiento. Asimismo agradecemos a don Buenaventura Andren los datos inéditos y gran parte de la literatura consultada que nos ha facilitado, y a don Enrique Soto los datos meteorológicos del Observatorio de Vigo.

Los restantes datos estadísticos han sido tomados de los trabajos 1, 25, 48, 70, 91 y 10 citados en la Bibliografía.

Laboratorio de Vigo, septiembre 1963
PATRONATO «JUAN DE LA CIEBVA»
Instituto de Investigaciones Pesqueras

RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. Se hace un estudio en este trabajo de la población de sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) del sur de Galicia, basado en datos estadísticos de los puertos de Vigo y Marín principalmente, y los estudios publicados o en curso sobre biometría y biología de esta especie.

2. Se discute si tales datos son utilizables a pesar de sus errores e insuficiencias, y se admite que bastan para un estudio suficientemente aproximado del movimiento de población de esta especie.

3. Se estudian los aportes de sardina de seis meses a un año de edad (parrocha) en las lonjas, que normalmente tienen dos máximos: uno otoñal y otro primaveral, que deben corresponder a una misma generación. Las curvas obtenidas están de acuerdo con que la duración de la puesta es larga y además que varía su máximo con los años.

4. Se estudian los aportes de sardina de más de un año, que tienen un máximo general en verano u otoño, y que abarcan todo el año con una baja en los meses fríos. Se ve en las gráficas el paso de parrocha a sardina en los años 1931, 32 y 40.

5. Se calcula la mortalidad total, que oscila entre el 29 y 98,6% anual, salvo en los años 1914-15, 24, 25, 26, 27 y 26-27, en que resulta ser negativa.

6. Se admite como única explicación posible para esta mortalidad negativa una inmigración de sardina adulta procedente de otros puntos.

7. A partir de la mortalidad total se calcula la probable composición por edades de la población. Se observa el rejuvenecimiento de los bancos en los últimos años, y el fallo de algunas generaciones de parrocha.

8. Se ponen de manifiesto grandes variaciones en la composición por edades y número de individuos pesados, así como una cierta oposición entre adultos y jóvenes cuyas posibles causas se discuten. En los últimos años, la población parece mostrar síntomas de sobrepesca.

9. Se analiza la relación entre número de reproductores y magnitud de la generación correspondiente, muy variable probablemente por pequeñas modificaciones de la mortalidad de huevos, larvas y jóvenes, que oscila en los seis primeros meses entre el 38,85% y prácticamente el 100%.

10. Se compara la mortalidad teórica de la sardina de California con la del sur de Galicia por dos métodos distintos, que coinciden en que la mortalidad natural de esta última es indudablemente mayor.

11. A partir de una estimación de la mortalidad por pesca, teniendo en cuenta los cálculos anteriores y los publicados para la sardina de California, se estima la población absoluta de sardina del sur de Galicia, sin que se pretenda con ello más que dar una idea de su posible magnitud.

12. Dado el que algunas crisis de sardina no pueden de ningún modo atribuirse a sobrepesca —la de 1924, por ejemplo—, y para investigar la posible generalidad o localización de ellas, se comparan las pescas de Vigo y Marín con las de otros puntos. Se observa que en la crisis del 24 en el sur de Galicia, se produce un máximo en Santander y se inicia un descenso en Isla Cristina, quedando indiferentes las pescas en Francia y sur de Inglaterra. En Santander, las fluctuaciones son casi exactamente opuestas a la de los dos primeros puertos citados; crisis no general. En cambio, en la de 1948-49, se aprecia en todas las regiones atlánticas españolas, desde el Bidasoa a Canarias, y en el norte de Portugal, un descenso en las capturas. Las fluctuaciones de San Sebastián y Marín son casi exactamente equivalentes; es una crisis muy general. En el canal de la Mancha se encuentra un mínimo de huevos de sardina coincidiendo con estos mismos años 48-49.

13. La explicación de la crisis de 1924 y recuperación consiguiente podría interpretarse como un desplazamiento lento de las poblaciones, pero no precisamente de la amplitud sur de Galicia -Santander, que nos parece excesiva.

14. El que la crisis de 1948-49 sea general elimina también la suposición de que sea la sobrepesca la determinante de ella, si bien parece influir ésta en su acentuación y precocidad.

15. La generalidad de las crisis, que confirman otras razones expuestas en este trabajo, indica están producidas éstas por fenómenos también generales. Ello nos ha hecho estudiar las relaciones entre la pesca con varios fenómenos de este tipo.

Se ha estudiado la relación de la cantidad de pesca con:

- a) La amplitud de las transgresiones de Le Davors con resultado negativo.
- b) La acción combinada de transgresiones y calentamiento solar según Brauer, con resultado negativo.
- c) Con ello no se acomoda la sardina tampoco a los ciclos señalados por JONASSEN en el arenque y HAZEL en el atún rojo.

d) Las curvas periódicas calculadas por ORRETTA para la pesca del bacalao en Loffeden, a base de los períodos encontrados en el crecimiento anual de pinos y abetos. Se encuentra una buena correspondencia.

e) Las anomalías térmicas del mar Céltico calculadas por SATTI: 41°-50°, 50°-52° N. y 3°-10° W. Se observa una relación bastante clara entre las dos variables. La crisis del 24 coincide con la anomalía térmica negativa más persistente y acusada del período considerado, y la del 48-49 con anomalías térmicas positivas intensas. El polígono semilogarítmico de pesca de estas últimas crisis y años adyacentes de San Sebastián, Marín y Vigo, muestra gran paralelismo con el de anomalías térmicas.

También se estudia el volumen de la generación de parrocha de cada año en relación con:

- a) La temperatura media mensual de enero, febrero, marzo y abril, con resultado negativo.
- b) La temperatura media sumada de febrero a junio, sin resultado.
- c) La insolación groseramente estimada, sin resultado.
- d) La cantidad de lluvia en enero, febrero y marzo, en agosto, septiembre, octubre y noviembre y la anual; se observa que con mucha lluvia a principios de año, la generación es escasa siempre, y con poca lluvia puede ser grande. Lo que indica que la cantidad de lluvia es una de las condiciones que determinan la mortalidad de huevos y larvas, pero no la única. En el resto del año, la influencia es pequeña o quizá nula.

Las conclusiones prácticas que podemos deducir de este estudio se pueden resumir de esta manera:

A) En cuanto a la determinación de las crisis, éstas son por completo independientes de la acción del hombre y se deben a causas naturales. No influyen en esta determinación ni los medios ilícitos de pesca, explosivos, tamaño de malla de la red, ni desde luego —como es natural— la pesca de arrastre. Las crisis no tienen nada que ver tampoco con la sobrepesca. No tienen remedio humano, por lo menos con las técnicas actuales, y son inevitables. Esta es la conclusión fundamental de este trabajo.

B) Ya que el hombre no puede evitarlas, cabe preguntarse si podría hacerse una predicción de la pesca anual. Dado que el mayor contingente de la pesquería lo constituyen las sardinias de menos de uno o dos años, la predicción sólo podría hacerse a corto plazo —con unos meses de anticipación— cuando se conocieran no sólo la cantidad de huevos y larvas presentes, sino también las condiciones ambientales que influyen sobre su mortalidad —que es la decisiva— y también sobre los desplazamientos no frecuentes de la sardina. A largo plazo sólo sería posible la predicción si se encontraran o comprobaran suficientemente relaciones de ella con fenómenos periódicos, tal como los calculados por ORRETTA para el bacalao. En este caso sólo se podría predecir el volumen de la pesca en períodos de cinco años o menos, y no de una temporada sola.

C) La sobrepesca señalada en el trabajo es una causa secundaria y de muy poca importancia relativa, únicamente de acentuación de las crisis, que además aumenta las fluctuaciones de la pesca. Sobre esta sobrepesca es sobre lo único que puede actuar el hombre y por ello insistimos en ella en estas consideraciones prácticas, sin concederle por otro lado una importancia capital. Su efecto mayor es el rejuvenecimiento de la población, es decir que, por su causa, se pesca más parrocha que sardina. No se puede afirmar ni siquiera que si se evitase la sobrepesca, la cantidad de pesca desembarcada aumentaría, sino sólo que la proporción de sardina sería mayor con respecto a la cantidad de parrocha, y que las fluctuaciones serían de menor

amplitud relativa, aunque la pesca total podría ocurrir que fuera inferior que con ella. Esta sobrepesca se produce fácilmente en el sur de Galicia por la estrechez relativa de la plataforma costera y localización del hábitat natural de la sardina —en determinados meses al menos— que permite un aprovechamiento exhaustivo de los bancos. Como es natural, los artes lícitos acentúan esta sobrepesca.

Dado el estado actual de nuestros conocimientos, no puede aconsejarse el evitar la sobrepesca como un paliativo de las inevitables crisis, puesto que una cierta regularización de las capturas podría quizá traducirse en una menor captura total. Ciertas medidas son, sin embargo, aconsejables; por ejemplo, evitar el uso de explosivos y de malla que retenga cardinillas de menos de 11 cm., puesto que producen más mortalidad que beneficio. Pero no se puede aconsejar en ningún caso sin muchísimas reservas la implantación de vedas, que podrían producir la pérdida por mortalidad natural de cierta cantidad de sardina sin beneficio para nadie, con lo que su efecto sería contraproducente. Si se eliminase por otro lado que las vedas se deben implantar para evitar esta sobrepesca, es decir, disminuir la mortalidad, se deberían elegir los meses de máxima pesca, y no los de mínima, en los que su efecto es prácticamente nulo. Se eligen los de mínima pesca por la razón equivocada de que se cree que así se protege la puesta. Cuando la realidad es que la puesta no se protege de esta manera, ya que la sardina no cuida de sus huevos, sino que incluso forman parte de su alimento. En esta época, por hallarse por otro lado la sardina en fase dispersa, el efecto de la pesca es prácticamente despreciable.

D) Y finalmente, puede quizás aumentarse la pesca, o mejor hacer que se extienda a todos los meses del año, utilizando los modernos procedimientos de localización de bancos —ecosonda, fidejete, sadio, etc.—, pero en ningún caso se podrán evitar con ello las crisis, y éstas serán indudablemente más acentuadas. BALLA (13, 14) ya encuentra ceca parecida en el arenque.

SUMMARY

1. In the precedent paper a study is made on the pilchard population from southern Galicia coasts, mainly based upon the analysis of statistical data from Vigo and Marín fisheries harbours, but also having in mind published and unpublished data on biometry and biology of this species.

2. Do such statistical data be reliable, for the present purpose, notwithstanding their errors and insufficiencies? As an answer to this question one can say that they are reliable enough for a fairly approximate study of the dynamics of this species populations.

3. Landings of young pilchards (parrocha) ranging from 6 months to one year in age, show an autumnal maximum followed by a spring one, that possibly are both produced by the same year class pilchards. Landing curves agree with our knowledge that spawning season is a long one and that its maximum localization varies from year to year.

4. Landings of pilchards older than a year extend over the whole year, but with a general maximum in summer and autumn and a minimum in the colder months. The incorporation of young pilchards to adult pilchards stock is clearly shown in fig. 4, for years 1931-'32 and 1940-'41.

5. Calculated values for total mortality range from 29 to 99% per cent, but in years 1914, '15, '24, '25, '26, '27, '36 and '37, when there was a negative mortality.

6. Immigrations of adult pilchards from neighboring areas is admitted as the only possible explanation for negative mortality.

7. Probable age composition of pilchard population is computed from total mortality values. In the latter years there is an almost absolute predominance of young year classes, and some generations have failed.

8. Population's age composition and number of specimens caught are submitted to great fluctuations. Age composition of landings reveals some opposition between

numbers of young and adult pilchards, whose possible causes are discussed. In the latter years pilchard population seems to be the subject of an overfishing.

9. The ratio between number of reproducers and magnitude of the following generation is very variable, owing probably to little modifications in mortality values of ova, larvae and young (till to 6 months age), that ranges between 96.85 and practically 100 per cent.

10. Two different comparison methods agree in that natural mortality of southern Galicia pilchards is undoubtedly higher when compared with mortality of California sardine.

11. The total magnitude of southern Galicia pilchard population is computed on the basis of a mortality estimate, having in mind previous data on the same pilchard population and California sardine published data. The author does not presume the present data to give more than a rough idea of possible magnitude of the pilchard population.

12. Since some pilchard fishery crisis can by no means be attributed to overfishing effect, a comparison is made between fisheries data from Vigo and Marín and those from other fishing grounds, in order to ascertain whether or not the crisis were extensive over a wide geographical area. Simultaneously with southern Galicia 1924 crisis, a maximum catch takes place on Santander, La Cristina pilchard fishery begins its decline, and pilchard landings show no changes in french and cornish fishing grounds. Fluctuations of 1924 pilchard fisheries are almost opposite between Santander and, on the other hand, Vigo and Marín. Therefore the 1924 crisis did not be a general one. On the other hand 1948-'49 crisis extends over the whole Spanish coast, from Bidasoa River to Camarles, northern portuguese coasts included. Fluctuations in San Sebastián and Marín are almost equivalent: the crisis is a very general one. In the same years 1948-'49 the plankton of the English Channel shows a minimum amount of pilchard ova.

13. The 1924 crisis and following population recovery could be explained in terms of a slow movement of populations, but not indeed as extensive as from southern Galicia to Santander, that seems to be a very excessively great movement.

14. It is not possible to assume the 1948-'49 crisis to be simply an effect of overfishing, since this crisis is a very general one, but overfishing can be responsible for the precocity and intensity of the same.

15. Since recent crisis are very general ones, it is obvious that they must be related to far-reaching natural phenomena. Consequently yearly pilchard landing values have been compared with the corresponding values of:

- i) Amplitude of Le Danois' atlantic transgressions. No correlation.
- ii) Combined atlantic transgressions and solar heating action, according to Beuge. No correlation.
- iii) Johannsen's herring cycles and Heldt's thorn fish cycles. Since there is not any correlation with the precedent factors, neither there is any agreement with these cycles.
- iv) The periodism of Loffothen cod fisheries, calculated by Ottestad on the basis of the study of Abies and Picea growth rings. There is a fairly good correspondence between this periodism and pilchard landings.
- v) Celtic Sea thermic anomalies, as calculated by Smed. Both variables are in good correlation. The 1924 crisis agrees with the most persistent and intense negative thermic anomaly within the time period under consideration, and the 1948-'49 crisis is simultaneous to high positive thermic anomalies. There is a noteworthy parallelism between thermic anomalies variation and pilchard landing values for San Sebastián, Marín and Vigo, as expressed by means of a semi-logarithmic polygon, for the recent crisis and neighboring years.

The volume of young pilchards production for every year is referred to:

- i) Average monthly temperature for January, February, March and April, with negative result.
- ii) The sum of mean temperatures from February to June, with negative result.
- iii) A rough estimate of sunshine, with negative result.
- iv) Rainfall values from January to March and from August to November: when the spring rainfall value is a high one, young pilchard production is always low, and when spring rainfall value is low, young pilchard production can increase

notably. Therefore spring rainfall is one of factors bearing upon ova and larvae mortality, but not an unique one. Summer, autumn and winter rainfall values have little, if any, effect upon ova and larvae mortality.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALAÑOS, L. — 1931. La pesca marítima en el puerto de Santander. *Inst. Esp. Ocean. Not. y Res. Ser. II*, tomos 65-67: 1-48.
2. ALLEN, E. J. — 1909. Mackerel and Sunshine. *Journ. Mar. Biol. Ass.*, vol. 8, número 4: 394-406.
3. ANADÓN, E. — 1950. Sobre la sustitución alternativa en el litoral gallego de los llamados peces emigrantes (sardina, espadín, anchoa y jurel). *Bolet. Inst. Esp. Ocean.*, núm. 24: 1-20.
4. ANDRÉU, B. — 1909. La Pêche à la Côte est d'Espagne (Hiver 1948-1949). *Cons. Pêche. Int. Exp. Mer, Ann. Biol.*, vol. 6: 64-65.
5. — 1951. Consideraciones sobre el comportamiento del ovario de sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) en relación con el proceso de maduración y de frezo. *Bolet. Inst. Esp. Ocean.*, núm. 46: 1-16.
6. ANDRÉU, B. & RODRÍGUEZ-RODA, J. — 1951. La pesca marítima en Castellón. Rendimiento por unidad de esfuerzo (1945-1948) y consideraciones biométricas de las especies de interés comercial. *P. Inst. Biol. Apl.*, vol. 8: 228-277.
7. — 1951. Estudio comparativo del ciclo sexual, engrasamiento y repleción estomacal de la sardina, alacha y anchoa del mar catalán, acompañado de relación de pescas de huevos planctónicos de estas especies. *Ibidem*, vol. 9: 198-232.
8. ANDRÉU, B.; ANADÓN, E.; ARTÉ, P. & TOLL, R. — 1952. Sobre el significado de las variaciones de la media vertebral de la sardina en Vigo (*Sardina pilchardus* Walb.) estudiadas en grupos de talla de la clase cero. *Ibidem*, vol. 10: 109-133.
9. ANDRÉU, B. — 1953. Consideraciones biológicas sobre la reproducción de la sardina gallega. *Industria Pesquera*, núm. 625-26: 34-40.
10. ANÓNIMOS. — 1940-53. La pesca marítima española. *Ibidem*, tomos 305-6: 66-72; 303-84: 64-79; 407-8: 74-83; 431-32: 88-97; 475-80: 80-96; 503-4: 80-95; 527-28: 86-98; 551-52: 82-98; 575-76: 86-96; 601-2: 124-133; 625-26: 94-103.
11. ARTÉ, P. — 1928. La pêche de la sardine dans la région de Saint-Jean-de-Luz en 1927. *Rep. Trav. Off. Sc. Tech. Pêch. Mar.*, t. 1, f. 1: 55-73.
12. — 1929. La pêche de la sardine dans la région de Saint-Jean-de-Luz en 1928. *Ibidem*, t. 2, f. 1: 137-151.
13. BALLS, R. — 1948. Herring Fishing with the Echometer. *Journ. du Conseil, Copesage*, vol. 15, núm. 2: 193-206.
14. — 1951. Environmental Changes in Herring Behaviour: a Theory of Light Avoidance, as Suggested by Echo-Sounding Observations in the North Sea. *Ibidem*, vol. 17, núm. 3: 274-288.
15. BIRANOV, F. I. — 1918. On the question of the biological basis of fisheries. *Nauchnyi issledovatel'skii ichtiologicheskii institut Izvestia*, t. 1, n. 1: 81-128.
16. BARDÁN, E.; NAVARRO, F. P. & RODRÍGUEZ, O. — 1949. Nuevos datos sobre la sardina del mar de Alborán. *Bolet. Inst. Esp. Ocean.*, núm. 17: 1-11.
17. BARDÁN, E. & NAVARRO, F. P. — 1950. Nuevos datos sobre la sardina de Málaga. *Ibidem*, núm. 34: 1-4.
18. — 1952. Estudios sobre la sardina de Málaga en 1951 y consideraciones sobre la variabilidad de su fórmula vertebral. *Ibidem*, núm. 57: 1-22.
19. BEAUCÉ, L. — 1929. Rapport de Mission à Terre-Neuve (Champagne 1928). Deuxième partie. *Rep. Trav. Off. Sc. Tech. Pêch. Mar.*, t. 2, f. 2: 301-315.
20. — 1932. Rapport de mission au Groënland Champagne 1931. *Ibidem*, t. 5, f. 1: 41-51.

21. BELLOC, M. G. — 1928. La croisière de la «Tanches» (Août 1927). *Ibidem*, t. 1, f. 1: 17-36.
22. — 1928. La croisière de la «Tanches» en Juillet-Août 1928. *Ibidem*, t. 2, f. 1: 13-19.
23. — 1932. Contribution à l'étude de la sardine des côtes françaises de l'Atlantique (entre Loire et Gironde). *Ibidem*, t. 5, f. 2: 141-166.
24. BLACKBURN, M. — 1949. Age, Rate of Growth and General Life-history of the Australian Pilchard (*Sardinops neopilchardus*) in New South Wales Waters. *Comm. Sc. Ind. Res. Org. Australia, Div. Fish. Res.*, n. 12, Bull. n. 242: 1-96.
25. BURN, F. DE. — 1925. Estudio de la edad por las estomas en sardinax (*Clupea pilchardus* Walb.) de Vigo. *Inst. Esp. Ocean. Not. y Res. Ser. II*, núm. 6: 1-31.
26. — 1927. Notas preliminares sobre la biología de la sardina. *Ibidem*, Ser. II, núm. 15: 1-56.
27. — 1929. Fluctuaciones en la Sardina pilchardus (Walb.). *Pesca. Medidas. Ibidem*, Ser. II, núm. 26: 1-90.
28. — 1934. Estudios raciales basados en el número de vértebras en la sardina, *Sardinia pilchardus* (Walb.). *Journ. du Conseil. Copenhague*, vol. 9, núm. 3: 339-345.
29. — 1935-37. Clupeidés et leur pêche (6^o y 7^o Rapport). *Rep. et P. V. des Reun. Com. Int. Exp. Sc. Mer Méditerranée*, vols 9: 93-129; 10: 317-419.
- *30. CHAPMAN, R. N. — 1928. The quantitative analysis of environmental factors. *Ecology*, vol. 9: 11.
31. CLARK, F. — 1934. Maturity of the California Sardine (*Sardinia caerulea*). Determined by Ova Diameter Measurements. *Calif. Div. Fish and Game. Fish. Bull.*, núm. 42: 3-52.
32. — Interseasonal and intraseasonal changes in size of the California Sardine (*Sardinops caerulea*). *Ibidem*, núm. 47: 1-23.
33. — 1937. Fishing localities for the California Sardine, *Sardinops caerulea* 1928-36. *Ibidem*, núm. 48: 1-11.
34. — 1940. The application of sardine life-history to the industry. *Calif. Fish and Game*, vol. 28, núm. 1: 39-43.
35. — 1932. Review of the California sardine fishery. *Ibidem*, vol. 36, núm. 3: 367-390.
36. CORRIN, B. A. — 1947. The spawning of the mackerel, *Scorpaenopsis scorpaenoides* L., and pilchard, *Clupea pilchardus* Walbaum, in the Celtic Sea in 1937-39. *Journ. Mar. Biol. Ass.*, vol. 27, núm. 1: 65-132.
37. CORRIN, P. G. — 1940-51. On the seasonal abundance of young fish. IX-XI. *Ibidem*, vols. 27: 718-23; 28: 707-13; 30: 271-75.
38. CUSHING, D. H. — 1932. Echo Surveys of Fish. *Journ. du Conseil. Copenhague*, vol. 18, núm. 1: 45-60.
39. DANDIS, E. LE & BEAUDÉ, L. — 1931. Remarques sur les conditions hydrologiques des Banes de Terre-Neuve. *Rep. Trav. Off. Sc. Tech. Pêch. Mer.*, t. 4, f. 2: 143-151.
40. DANDIS, E. LE — 1934. Les transgresions océaniques. *Ibidem*, t. 7, f. 4: 377-459.
41. DANDIS, E. LE; ARNÉ, P.; BELLOC, M. G.; etc. — 1940. *Office scientifique et technique des pêches maritimes, 1919-1935*, Paris, p. 89.
42. DESROCHESSE, P. — 1933. Étude de la sardine de la côte de Bretagne, depuis Concarneau jusqu'à l'embouchure de la Loire. *Rep. Trav. Off. Sc. Tech. Pêch. Mer.*, t. 6, núm. 1: 35-61.
- *43. ERLANSSON, S. — 1926. Dendro-chronological Studies Data, 25 from Stockholm Högh. *Geokros. Inst. Stockholm*.
44. FAGE, L. — 1926. Engraulidae, Clupeidae. *Rep. Danish Ocean. Exp. 1909-1910. Médit.*, vol. 2, s. 3: 1-140.
45. FERNÁNDEZ, R. & NAVARRO, F. P. — 1950. Observaciones sobre la sardina de Santander. *Bolet. Inst. Esp. Ocean.*, núm. 33: 1-7.
46. — 1932. La sardina de Santander. *Ibidem*, núm. 35: 1-22.
47. FORD, E. — 1833. An Account of the Herring Investigations Conducted at Plymouth during the Years from 1824, to 1833. *Journ. Mar. Biol. Ass.*, vol. 19, núm. 1: 305-394.

48. FURNESS, J.—1946. Contribution à l'étude de la Sardine Atlantique (*Sardina pilchardus* Walb.). Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, 1939-43. Paris, 13 (1-1), 172 pp.
49. — 1943. Premières observations sur la Biologie de la Sardine Marocaine. Cons. Perm. Int. Exp. Mer, Rap. et P. V., vol. 128: 57-61.
50. — 1943. Les Races de Sardines du Déroit de Gibraltar et de ses abords. *Ibidem*, vol. 126: 42-67.
51. — 1951. L'influence des variations de la température sur les migrations des sardines de Maroc. *Couv. Perm. Int. Exp. Mer, Ann. Biol.*, vol. 8: 83.
- 51 bis. — 1953. Ultra-sens et pêche à la sardine au Maroc. *Inst. Pêch. Mar. Maroc. Bull.*, n°m. 1: 1-57.
52. FURNESS, J., & FAURE, M. L.—1950. La reproduction de la Sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) et de l'Anchois (*Engraulis encrasicolus* Lin.) de la Zone Côtière du Maroc, au cours de l'année 1949. *Cons. Perm. Int. Exp. Mer, Ann. Biol.*, vol. 7: 63.
53. GALL, J. DE.—1923. Contribution à l'étude de la Sardine des côtes Françaises de la Manche et de l'Atlantique. *Rev. Trav. Off. Sc. Tech. Pêch. Mar.*, t. 1, f. 2: 11-26.
54. — 1923. Le Thon rouge (*Tweesus thynnus* L.) en Mer du Nord et dans l'Atlantique Nord-Est. *Ibidem*, t. 2, f. 3: 225-303.
55. — 1937. Rapport préliminaire sur les recherches effectuées de 1931 à 1935 sur la Biologie de la Sardine des Côtes Françaises de la Manche et de l'Atlantique. *Couv. Perm. Int. Exp. Mer, Rap. et P. V.*, vol. 104: 32-37.
56. — 1949. Le Germon (*Germo alalunga* Gmelin). Résumé de nos connaissances sur la biologie du Germon (*Germo alalunga* Gm.). *Rev. Trav. Off. Sc. Tech. Pêch. Mar.*, t. 15, f. 3-4: 1-42.
57. — 1950. Sardine. Golfe de Gascogne. *Cons. Perm. Int. Exp. Mer, Ann. Biol.*, vol. 7: 30-52.
58. GALL, J. DE, & PRÉCO, E. P.—1933. Observations sur la ponte de la sardine du Nord du Golfe de Gascogne et de la Manche. *Rev. Trav. Off. Sc. Tech. Pêch. Mar.*, t. 6, n°m. 3: 232-238.
59. GARDNER, T.—1948. Quelques observations sur la ponte de la Sardine (*Clupea pilchardus* Walb.) dans la Zone Insulaire de la Dalmatie Moyenne. *Acta Adriatica*, vol. 3, n°m. 4: 55-87.
60. GOLDEN, H. C.—1950. A discussion of the localities in which the California sardine (*Sardina caerulea*) was taken in the San Diego region, 1923-1929. *Calif. Div. Fish and Game, Fish. Bull.*, n°m. 25: 40-44.
61. GROSS, F.—1937. Notes on the culture of some Marine Plankton Organism. *Trans. Mar. Biol. Ass.*, vol. 21; n°m. 2: 753-778.
- *62. HARDY, A. C.—1924. The herring in relation to its animate environment. Part I. Ministry of Agric. and Fish. Invest., Ser. 2, vol. 7, n°m. 3: 32-35.
63. HELDT, M. H.—1939. Le thon rouge et sa pêche. *Com. Int. Exp. Sc. Mer Méditerranée. Rap. et P. V.*, vol. 5: 131-172.
64. HICKLING, C. F.—1939. The Selective Action of the Drift-Net on the Cornish Pilchard. *Journ. du Conseil. Copenhague*, vol. 14, n°m. 1: 67-80.
- *65. HOBSON, W. C., & RICHARDSON, I. D.—1949. The experiments on the Cornish Pilchard Fishery in 1947-48. Ministry of Agric. and Fish. Invest., Ser. 2, vol. 17, n°m. 2: 1-21.
- *66. HÖGLUND, H.—1928. Über die horizontale und vertikale Verteilung der Eier und Larven des Sprotts. *Sw. Hyd. Biol. Komm. Skrifter, N. S. Biologi. Bd. 2, n°m. 3.*
67. HUGG, J. L. Mc.—1952. The Food of albacore (*Germo alalunga*) of California and Baja California. *Bull. Scripps Inst.*, vol. 8, n°m. 4: 161-171.
68. JACOBSEN, J. P.—1949. Some characteristic Features in the Variation of Surface Temperature in the North Atlantic. *Journ. du Conseil. Copenhague*, vol. 16, n°m. 1: 17-43.
69. JENSEN, A. J. C.—1937. Fluctuations in the Hydrography of the Transition Area During 50 Years. *Couv. Perm. Int. Exp. Mer, Rap. et P. V.*, vol. 102: 4: 1-18.
70. LANNAKETA, M. G.—Observaciones sobre la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.)

- de la costa vizcaína (octubre-noviembre de 1950). *P. Inst. Biol. Apl.*, t. 9: 29-46.
71. LEDGER, M. V. — 1921. The Food of Young Clupeoids. *Journ. Mar. Biol. Ass.*, vol. 13, núm. 3: 458-467.
72. LOZANO, F. — 1948. Notas sobre la biología y biometría de la parrocha o sardina joven de Vigo. *Bolet. Inst. Esp. Ocean.*, núm. 6: 1-13.
73. — 1950. Notas sobre el Bonito del N. o Albacora (*Germo alalunga* (Gml.)) de Galicia. *Ibíd.*, núm. 36: 1-13.
74. MAR. BIOL. ASS. PLYMOUTH. — 1949. Pilchard and Herring. *Cons. Perm. Int. Exp. Mar. Ann. Biol.*, núm. 4: 50.
75. MARR, J. C. — 1953. Fishery Biological Research. *Fisheries Yearbook 1953*. Nat. Fish. Institute, Washington: 122.
76. MASSUTI ALZAMORA, M. — 1948. Investigación sobre el alimento de la sardina en Galicia y Málaga (1940-44). *P. Inst. Biol. Apl.*, t. 1: 79-127.
77. MASSUTI, M., & OLIVER, M. — 1948. Estudio de la biometría y biología de la sardina de Mahón (Baleares), especialmente de su alimentación. *Bolet. Inst. Esp. Ocean.*, núm. 3: 1-15.
78. MASSUTI, M.; VALLS, T., & NAVARRO, F. P. — 1950. Nuevas observaciones sobre la sardina y la anchoa de Baleares. *Ibíd.*, núm. 35: 1-7.
79. MIRANDA, A. SE. — 1939. Investigaciones metódicas realizadas en 1939 en el Laboratorio de Málaga. Nota I. Biología Aplicada. *Inst. Esp. Ocean. Not. y Res. Ser. II*, núm. 34.
80. MOLANSEN, A. R. — 1943. Sprat and Milieu-Conditions. *Cons. Perm. Int. Exp. Mar. Ann. Biol.*, vol. 1: 165-174.
81. MUZENC, R. — 1948. First Tagging experiments on the sardine (*Clupea pilchardus* Walb.) in the Adriatic. *Acta Adriatica*, vol. 3, núm. 10: 355-378.
82. — 1950. Tagging of Sardine (*Clupea pilchardus* Walb.) in the Adriatic in 1949. *Ibíd.*, vol. 4, núm. 7: 259-286.
83. — 1952. Tagging of Sardine (*Clupea pilchardus* Walb.) in the Adriatic in 1950 and 1951. *Ibíd.*, vol. 4, núm. 11: 373-392.
84. NAVARRO, F. P. — 1926. Estudios sobre los clupeidos de Baleares. I. Estados jóvenes de la sardina (*Clupea pilchardus* Walb.). *Inst. Esp. Ocean. Not. y Res. Ser. II*, núm. 9: 1-25.
85. NAVARRO, F. P., & NAVAZ, J. M. — 1946. Apuntes para la biología y biometría de la sardina, anchoa, boga y chicharro de las costas vascas. *Ibíd.*, núm. 134: 1-25.
86. NAVARRO, F. P. — 1946. La variabilidad y significación racial de la media vertebral de los clupeidos, estudiadas en la sardina ibérica. *Ibíd.*, núm. 136: 1-16.
87. — 1946. Los clupeidos y la anchoa de las costas españolas en el invierno 1942-1946. *Bolet. Inst. Esp. Ocean.*, núm. 10: 1-36.
88. — 1946. La variabilité et la signification raciale de la moyenne vertébrale des Clupeides étudiées chez la Sardine Ibérique. *Journ. du Conseil, Copenhage*, vol. 13, núm. 3: 313-327.
89. NAVAZ, J. M. — 1945. Peces marítimos. Artes de pesca, embarrucación, pesquerías, industrias. *Inst. Social de la Marina*. Madrid: 1-156.
90. NAVAZ, J. M., & NAVARRO, F. P. — 1950. Nuevos datos sobre la sardina y la anchoa de la costa vasca. *Bolet. Inst. Esp. Ocean.*, núm. 32: 1-5.
91. — 1952. Nuevas observaciones sobre la sardina del Golfo de Vizcaya (1951) y consideraciones sobre la estadística de pesca. *Ibíd.*, núm. 34: 1-13.
92. OLIVER, M. — 1950. Dos incógnitas en el ciclo biológico de la sardina. *Industrias Pesqueras*, núms. 561-552: 34-35.
93. — 1951. La sardina de la costa noroeste española en 1948 y 1949. *Bolet. Inst. Esp. Ocean.*, núm. 42: 1-22.
94. — 1952. La puesta de la sardina. *Industrias Pesqueras*, núms. 601-602.
95. OLIVER, M., & NAVARRO, F. P. — 1952. Nuevos datos sobre la sardina de Vigo. *Bolet. Inst. Esp. Ocean.*, núm. 56: 25-39.
- *96. ØRNØD, A. — 1941. Arringsanalyser på gran og furu. *Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvesen*, núm. 25 (B. 7, h. 2). Oslo.

97. OTTESEN, P. — 1942. On Periodical Variations in the Yield of the Great Sea Fisheries and the Possibility of establishing Yield Prognoses. *Rep. Norw. Fish. and Mar. Invest.*, vol. 7, núm. 5: 1-11.
98. PHILLIPS, J. B. — 1948. Growth of the sardine, *Sardinops coerulea*, 1941-42 Through 1946-47. *Calif. Div. Fish and Game, Fish. Bull.*, núm. 71: 1-33.
99. — 1952. Report on the Survey for Young Sardines, *Sardinops coerulea*, in California and Mexican Waters, 1950-50. *Ibidem*, núm. 87: 9-30.
100. PLANAS, A., & BOIG, J. — 1949. Nota sobre la localización de una área de puesta de *Sardina pilchardus* (Walb.) en el Mediterráneo Occidental (Sector de Cambrils, Vinarez y Castellón de la Plana). *P. Inst. Biol. Apl.*, t. 6: 53-58.
101. PLANAS, A., & VIVES, F. — 1952. Contribución al estudio de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) de las costas del Levante español (Sector de Vinarez e Islas Columbretes). *Ibidem*, t. 10: 5-53.
102. POULSEN, E. M. — 1936. Yearly Variations in the Number of Larvae of Autumn Spawning Herrings in the Southern Part of the Transition Area. *Cons. Perv. Int. Exp. Mer. Rep. et P. V.*, vol. 100, 2ª parte: 22-24.
103. PRIOT, E. P. — 1945. Observations sur les germes et les thons rouges capturés par les pêcheurs bretons. *Office scientifique et technique des pêches maritimes*, 1939-43, Paris: 387-439.
104. RADOVICH, J. — 1952. Report on the Young Sardine, *Sardinops coerulea*, Survey in California and Mexican Waters, 1950 and 1951. *Calif. Div. Fish and Game, Fish. Bull.*, núm. 81: 21-63.
105. RAMALHO, A. — 1927. A sardinha em Portugal. *Notas biológicas. Trab. St. Biol. Mar. Lisboa*, núm. 14: 1-29.
106. RAMALHO, A., y colaboradores. — 1950. Sardine. Portugal, 1947-48. *Cons. Perv. Int. Exp. Mer. Ann. Biol.*, vol. 6: 56, 59, 62-63.
107. RECKER, W. E. — 1940. Relation of «Catch per Unit Effort» to Abundance and Rate of Exploitation. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, vol. 5, núm. 1: 43-70.
108. — 1944. Further Notes on Fishing Mortality and Effort. *Copeia*, núm. 1: 23-44.
109. — 1948. Methods of Estimating Vital Statistics of Fish Populations. *Indiana University. (Contrib. núm. 352, Dep. Zool.)* 1-111.
110. RECKER, W. E., & FORRESTER, R. E. — 1948. 7 Computation of fish production. *Bul. Bixg. Ocean. Col.*, vol. 11, art. 4ª: 173-211.
- *111. RODRIGUEZ, B. — 1948. La sardina de la provincia de Santander. *Anuario de Pesca y Estadístico*.
112. RODRIGUEZ-RODA, J.; LARRAÑETA, M. G.; MARGALEY, R., & ANDREU, B. — 1951. Datos para una crítica del significado de la media vertebral de las poblaciones de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.). *P. Inst. Biol. Apl.*, t. 9: 185-192.
113. ROUCH, J. — 1944. La température de la mer comparée à la température de l'air d'après les observations du «Pourquoi-Pas?». *Bull. Inst. Ocean. (Food Albert I)*, núm. 374: 1-15.
114. ROULE, L. — 1929, 1932. III. Voyages et migrations. V. Larves et métamorphosis. *Les Poissons et le monde vivant des eaux*. Paris: 376, 398 pp.
115. RUSSO, M. — 1950. Sobre as populações e migrações da sardinha (*Clupea pilchardus* Walb.) da costa portuguesa. *Bol. Soc. Portuguesa C. Nat.*, vol. 3, 2ª Ser. (vol. 17), fasc. 1: 89-121.
116. RUSSELL, F. S. — 1930-47. On the Seasonal abundance of young fish I-VIII. *Journ. Mar. Biol. Assoc.*, vols. 16: 707-722; 20: 147-170, 585-604; 21: 679-690; 22: 493-500; 23: 381-386; 24: 265-270; y 26: 695-698.
117. SÁNCHEZ HERRERO, M. E. — 1933. Caracteres de la población sardinera en Santander (año 1931). *Inst. Exp. Ocean. Not. y Res. Ser. II*, núm. 13: 1-29.
118. SCHENK, R. — 1937. Die Erwärmung der Arktis. *Journ. du Conseil. Copenhage*, vol. 12, núm. 3: 263-276.
119. SCOFIELD, E. C. — 1904. Early life history of the California Sardine (*Sardina coerulea*), with special reference to distribution of eggs and larvae. *Calif. Div. Fish and Game, Fish. Bull.*, núm. 41: 1-48.
120. SÉVERTZOV, S. A. — 1941. *División de la población animal*. Lautaro, B. Aires. (Trad. Caplan.) 1947: 539 pp.

121. SELLEMAN, R. P., & CLARK, F.—1945. Catch per Unit-of-Effort in California Waters of the Sardine (*Sardinops caerulea*), 1935-42. Calif. Div. Fish and Game, Fish. Bull., núm. 62: 1-79.
122. SELLEMAN, R. P.—1950. A Method of Computing Mortalities and Replacements. Studies Pacif. Pilchard or Sardine (*Sardinops caerulea*). Special Scient. Rep. Fisheries, núm. 15: 168-180.
123. SMITH, J.—1947. The Variation from Year to Year of the Surface Temperature in the Southern North Sea. Cons. Perm. Int. Exp. Mer, Ann. Biol., vol. 2: 44-49.
124. — 1951. Monthly Anomalies of the surface Temperature in the Celtic Sea during the years 1903-39 and 1940-50. *Ibidem*, vol. 8: 2-6.
- 124 bis. SOLHEIM, P. A.—1942. Årsaker til rike og fattige årganger av sild. Rep. Norw. Fish. Mar. Inv., vol. 7, núm. 2: 1-32.
125. SUNN, O.—1943. The Fuland Small Herring on the Coast of Norway in 1940. Cons. Perm. Int. Exp. Mer, Ann. Biol., vol. 6: 58-72.
126. TAIT, J. B.—1951. On the Application to marine Research of the Meteorological Concept of the Accumulated Temperature. Journ. du Conseil. Copenhage, vol. 17, núm. 2: 111-139.
127. VARIOS.—1950. California Cooperative Sardine Research Program. Progress Report 1950: 1-54.
128. — 1952. California Cooperative Sardine Research Program. Progress Report 1 January 1951 to 30 June 1952: 1-31.
129. VOLTERRA, V., & ANCONA, U.—1933. Les Associations biologiques au point de vue mathématique. Act. Scient. Indust., núm. 243. Paris: 1-96.
130. VON BOONE, C., & DAVIES, D. H.—1931. Breeding of Pilchards of the West Coast of South Africa. Nature, vol. 168, núm. 4253: 952-953.
131. WAGNER, D., & RAMALHO, A.—1936. Estudos sobre as conservas de sardinha portuguesa. Rev. Ass. Engen. Cienc. Portugueses, núm. 332: 1-16.
132. WALFORD, L. A.—1946. A new graphic Method of describing the growth of Animals. Biol. Bull., vol. 98, núm. 2: 132-137.

NOTA: Los asteriscos señalan aquellos trabajos que no han podido ser consultados directamente y se conocen por referencias o reseñas más o menos completas.