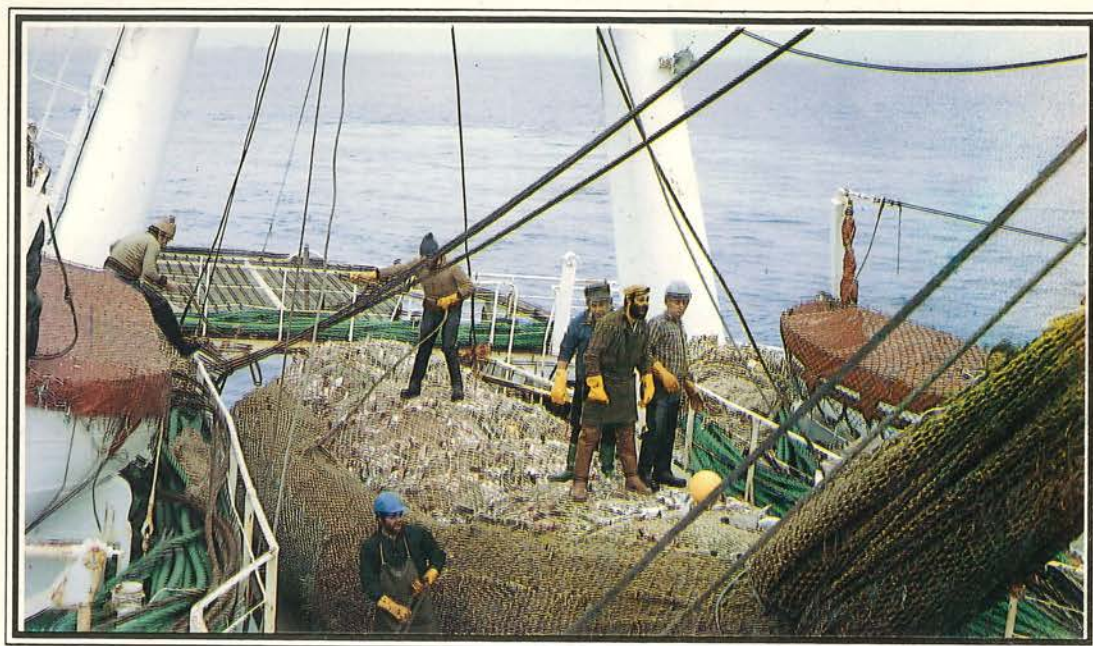


# LONG TERM CHANGES IN MARINE FISH POPULATIONS

## CAMBIOS DE LARGO TERMINO EN POBLACIONES DE PECES MARINOS



A Symposium held in:                      Un Simposio en:  
Vigo. España, 18-21 Nov. 1986

Edited by:                      Editado por:  
T. Wyatt and/y M. G. Larrañeta

Vigo, 1988

**VARIACIONES EN EL STOCK DE SARDINA (SARDINA PILCHARDUS WALB.) DE LAS COSTAS ATLANTICAS DE LA PENINSULA IBERICA. (1976-1985)**

Carmela Porteiro (1), Federico Alvarez (2) y Nélida Pérez (1)

(1) INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFIA  
CENTRO COSTERO DE VIGO  
Cabo Estay-Canido, Vigo, España

(2) INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFIA  
CENTRO COSTERO DE BALEARES

Muelle del Poniente, Palma de Mallorca, España

**Resumen**

En el período 1976-1985 el stock de sardina en esta área ha estado sometido a una tasa de explotación bastante estable.

Las oscilaciones de la abundancia se han debido a las variaciones del reclutamiento y no se ha encontrado una relación entre éste y el afloramiento.

**Abstract**

**Variations in the sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) stock of the Atlantic coast of the iberian peninsula.**

In the period 1976 to 1985, the sardine stock of this region has undergone oscillations in abundance, mainly due to variations in recruitment. A hypothesis of migration is proposed, based on the similarity in age class distribution revealed both by the captures and by acoustics. Both techniques show a similar pattern of differential age class distribution.



## Introduction

La sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) ha constituido tradicionalmente la especie pelágica objetivo de una pesquería desarrollada a lo largo de las costas atlánticas de la Península Ibérica. Concretamente en Galicia (NW de España) las primeras noticias se remontan al siglo XIII, e indican que ya en Pontevedra existía un gremio de pescadores dedicado a dicha actividad y que con el tiempo dio lugar al desarrollo de importantes industrias de salazón y conservas (Labarta, 1985).

A lo largo de los siglos pasados existen documentos que indican períodos de "crisis" en las capturas que ponían en una situación difícil a esta industria pesquera. Sin embargo, la inexistencia de series estadísticas continuas hasta principios de este siglo impide enjuiciar la magnitud alcanzada por estas fluctuaciones.

La gran importancia económica y social de esta pesquería para España y Portugal motiva el estudio de esta especie desde principios de siglo, enfocado fundamentalmente a la recogida sistemática de datos biológicos. La última etapa de este estudio se ha iniciado recientemente (1975), en las divisiones VIIIc y IXa del ICES que se corresponden con las costas atlánticas de la Península Ibérica.

En la actualidad, la sardina es explotada casi exclusivamente por el arte de cerco y entre otras especies de la pesquería cabe citar por su importancia el jurel (*Trachurus trachurus* L.), la caballa (*Scomber scombrus* L.), el espadín (*Sprattus sprattus* L.) y la anchoa (*Engraulis encrasicolus* L.).

A lo largo de la costa oeste de esta Península aparece con regularidad un fenómeno de afloramiento desde principios de primavera hasta finales de verano provocado por los vientos dominantes del N-NE, paralelos a la costa.

Este proceso puede ocurrir en cualquier momento del año, pero normalmente aparece entre Abril y Septiembre. (Wooster *et al.*, 1976; Fraga, 1981; Blanton *et al.*, 1984).

Geográficamente esta área se sitúa en el límite norte del sistema de afloramiento costero del Atlántico centro oriental y, al igual que otras zonas como en California, Perú y Benguela, coincide con una elevada producción biológica, sobre todo en Galicia por la especial topografía de sus rías (Tenore *et al.*, 1982; Cabanas *et al.* 1983).

## Capturas

Se dispone de una serie histórica de capturas de sardina desde 1940 que comprende las efectuadas por ambos países y por división estadística (fig. 1)

Las capturas en estas divisiones alcanzaron un máximo de 250.000 tons. en 1960-61 y el mínimo en 1949 con 67.000 tons. Después de alcanzar el máximo, las capturas se redujeron a la mitad en 1970 para incrementarse a finales de esta década. En los últimos años la captura media ha sido de 200.000 tons.

Durante el período 1979-1985, los porcentajes de las capturas en el 1º y 2º semestre han sido de 35% y 65% de la captura total, respectivamente, en ambos países (Anon, 1986). De Buen (1929), Oliver (1951), Fiuza *et al* (1982), señalan el mayor porcentaje de la captura en la costa gallega y portuguesa en los meses de verano y otoño, por lo que se puede inducir que ésta ha sido la pauta a lo largo de la serie señalada.

La actividad de la flota se reduce al área próxima de cada puerto base ya que se efectúan salidas diarias que no exceden en total 12-18 horas.

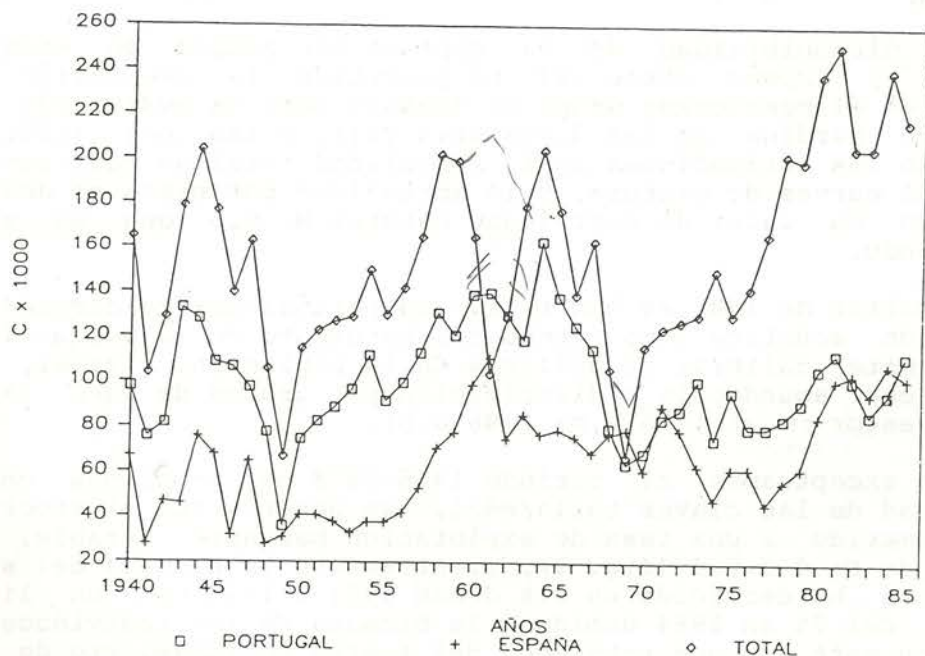


Fig. 1. Capturas de sardina en las Divisiones VIII c y IX a del ICES por países y total durante el período 1940-85. (Anón 1986).



A mediados de los años 50 hubo cambios tecnológicos importantes con la introducción de sonares, y materiales sintéticos en la fabricación de los aparejos e instalación del halador a mediados de los 60.

Estas innovaciones tienen una serie de ventajas: reducción del tiempo empleado en la búsqueda y la faena así como el empleo de cercos más grandes y con mayor profundidad de calado, incrementando la capacidad de los barcos en la localización de los cardúmenes y por lo tanto el poder de pesca. Parece lícito pensar que el incremento en las capturas habido en la década de los 50 estuviera relacionado con este aumento del poder de pesca en los cerqueros de ambos países, aunque no existan datos suficientes para cuantificar estos cambios, aparte de la dificultad que existe para definir y medir el esfuerzo de pesca en pesquerías de estas características.

### Evaluación

La disponibilidad de la captura por grupos de edad en Portugal y España desde 1976 ha permitido la evaluación del recurso en el mencionado Grupo de Trabajo para la evaluación del stock de sardina en las divisiones VIIIc y IXa del ICES. Al principio las estimaciones de la mortalidad total se realizaban a partir de curvas de captura, y la mortalidad por pesca se deducía asumiendo un valor de mortalidad natural  $M=0.5$  que se sigue manteniendo.

A partir de 1982 se han realizado periódicamente campañas de evaluación acústica como método independiente de la pesquería y que permite calibrar el análisis de la población virtual, así como obtener abundancia y distribución por grupos de edad (Anon, 1986) (Pastor *et al* 1985 a,b; 1986 a,b).

Si exceptuamos el período 1976-1978 por problemas en la fiabilidad de las claves talla/edad, se observa que el stock ha sido sometido a una tasa de explotación bastante estable, con valores de  $F=0.3-0.4$  (fig. 2), mientras que la biomasa del stock de puesta ha decrecido un 21% desde 1981 a 1985 con un ligero aumento del 7% en 1984 debido a la biomasa de los individuos de edad 1 en este año que provienen del fuerte reclutamiento de 1983 (fig. 3). En la misma figura se observan las fluctuaciones en el reclutamiento, con el valor más alto de la serie en 1983 que mantiene actualmente la pesquería y los valores más bajos en 1984 y 1985. Al mismo tiempo, en la fig. 4 se observa una tendencia similar entre las capturas y el nivel de reclutamiento el año anterior.

Estos resultados están globalmente en correspondencia con los de las campañas acústicas, mostrando la misma tendencia en el corto período 1983-1985 (tabla 1).

Al relacionar entre sí la biomasa del stock reproductor y el

reclutamiento, aparecen unas oscilaciones muy marcadas a niveles semejantes del stock reproductor (fig. 5). Esta situación centra una vez más el problema del reclutamiento en el estudio de las primeras fases del ciclo vital y su relación con el medio ambiente. (Cushing, 1982).

Tabla 1. Número y biomasa (B) por clase de edad a 1 de Enero a partir de campañas acústicas. (N x 10 individuos). (Anón 1986).

Clase de edad	1982	1983	1984	1985
0	227	20,888	4,064	574
1	8,881	4,263	11,707	2,568
2	7,020	10,067	3,578	9,023
3	1,606	5,123	3,633	1,322
4	959	1,969	2,726	859
5	311	734	775	647
6+	104	748	899	463
B Tons. (10 )	622	1,285	826	613

Division VIIIc - cobertura limitada

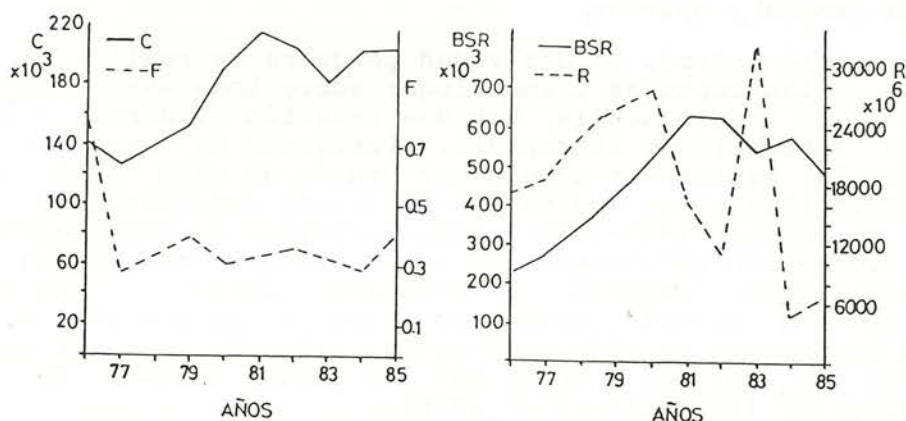


Fig. 2. Tendencias de la captura (C) y la Mortalidad por pesca (F). (1976-1985). (Anón 1986).

Fig. 3. Tendencias de la biomasa del stock Reproductor (BSR) y del Reclutamiento (R). (1976-1985). (Anón 1986).



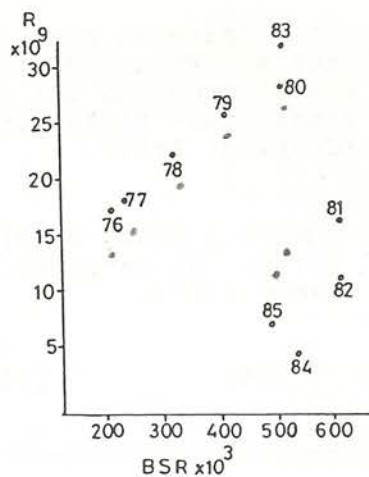
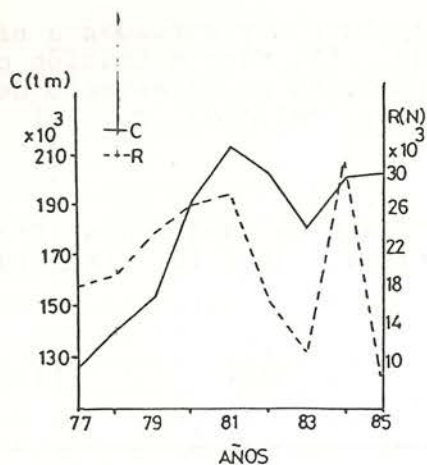


Fig. 4. Tendencias de la captura (C) y del Reclutamiento del año anterior (1976-1985). (Anón 1986).

Fig. 5. Relación entre la Biomasa del stock reproductor y el Reclutamiento. (1976-1985). (Anón 1986).

### Distribución espacial y upwelling

Como ya se indicó, la actividad pesquera se realiza cerca de la costa y las capturas tienen lugar sobre todo entre junio y noviembre. En consecuencia hay una relación evidente entre el lugar de desembarco y la captura. Partiendo de este hecho y separando la captura en número por grupos de edad entre ambos países (Anón 1986), se observa una diferente composición por edad durante el período 1979-1985. Este resultado ha sido comparado con la información proveniente de las campañas acústicas en 1983-1985 realizadas durante la principal época de capturas, obteniendo una notable semejanza entre la proporción de las capturas por grupos de edad en Portugal y España y la proporción en número de individuos en el mar por grupos de edad en ambos países (fig. 6) (Porteiro *et al* 1986).

La principal conclusión de este análisis parece ser que el grupo de edad 1 se distribuye mayoritariamente en la época de pesca en la parte sur del área cubierta por el stock, es decir, en aguas portuguesas, y a medida que crecen se mueven de forma continua hacia la parte norte. Los grupos de edad 5 y superiores se encuentran exclusivamente en el mar Cantábrico.

Estos resultados son coincidentes con la distribución de la biomasa por grupos de edad en plena época de puesta (marzo) en

1986, (Pastor *et al* 1986) así como la distribución de huevos y larvas, encontrándose en mayor abundancia en el Cantábrico (Sola y Franco, 1984).

Por otro lado, el grupo de edad 0 (reclutas) se distribuye, mayoritariamente en la costa occidental de la Península Ibérica entre Cabo Ortegal y Cabo Roca, zona de máximo afloramiento en la época de la incorporación de los reclutas a esta área.

A pesar de la corta serie de datos, este esquema general de comportamiento parece responder al régimen de afloramiento existente en el área. Así, las áreas de puesta principales tendrían lugar en el área donde no existe este fenómeno (mar Cantábrico) con el fin de evitar el transporte y turbulencia inducidos por el viento (Parrish, *et al*, 1983). Esto implicaría una deriva larvaria hacia el área de afloramiento en donde encontrarían el lugar idóneo para alimentarse los juveniles.

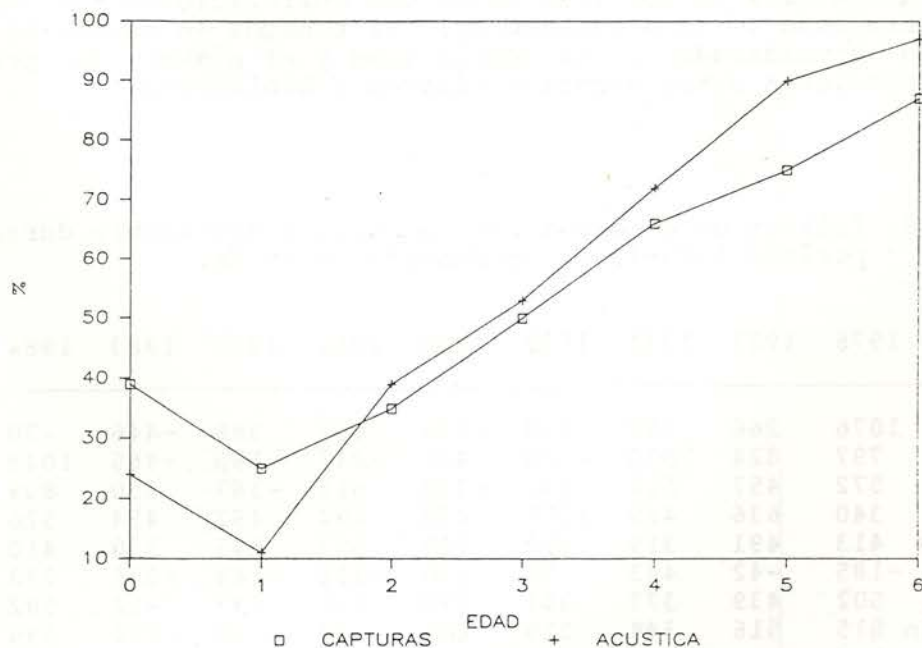


Fig. 6. Porcentaje de individuos por clases de edad capturados por la flota española en relación al total del stock (□—□) y abundancia referida al área española a partir de campañas acústicas. (+—+) Valores medios 1979-1985 captura y 1983-1985 stock. (Porteiro *et al*, 1986).



## Indices de afloramiento y reclutamiento

Datos referidos a la altura de cabo Finisterre (43 11N) y calculados como transporte de Ekman a partir de vientos geostróficos nos han sido facilitados por F.F. de Castillejo y A. Lavín. Estos índices son del período Abril-Septiembre, meses en los que se produce afloramiento normalmente, de los años 1976-1985 (tabla 2).

Por otro lado, se dispone, como se indicó anteriormente, de estimaciones del reclutamiento anual por Análisis de Población Virtual durante el mismo período (Anón, 1986) expresado como número de individuos de edad 0.

En la fig. 7 están representadas gráficamente ambas variables teniendo en cuenta el período completo de afloramiento (Abr-Sep), los tres primeros meses (Abril, Mayo, Junio) y el primero (Abril). Se puede observar la elevada dispersión de los pares de valores en los tres casos con correlaciones muy débiles. Este resultado no es sorprendente, si tenemos en cuenta el corto período considerado y la complejidad y el número de posibles interrelaciones entre aspectos físicos y biológicos.

Tabla 2. Indices de afloramiento de Abril a Septiembre durante el período 1976-1985. Unidades en m /s/Km.

Meses	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Ab	1076	266	190	324	1190	601	388	-446	-70	-268
My	797	824	330	-400	400	-243	160	-466	1048	280
Jn	572	457	512	734	-375	610	-367	250	809	158
Jl	340	636	469	1055	-425	694	482	454	526	428
Ag	413	491	319	412	365	653	645	530	410	58
Se	-185	-42	443	38	600	-358	-148	-392	290	268
Ab-Set	502	439	377	361	293	326	193	-12	502	154
Ab-M-Jn	815	516	344	219	405	323	60	-221	596	57

## Discusión

La sardina constituye el objetivo de una importante y tradicional pesquería en las costas iberoatlánticas.

En la parte oeste de esta área tiene lugar un afloramiento entre Abril y Septiembre normalmente. Hay referencias históricas que hablan de "crisis" a lo largo de los siglos pasados que

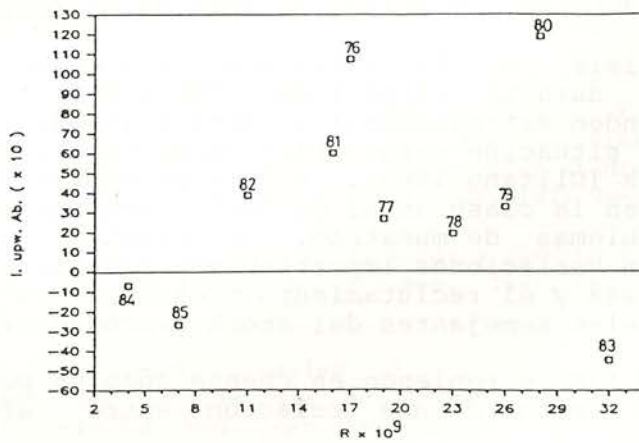
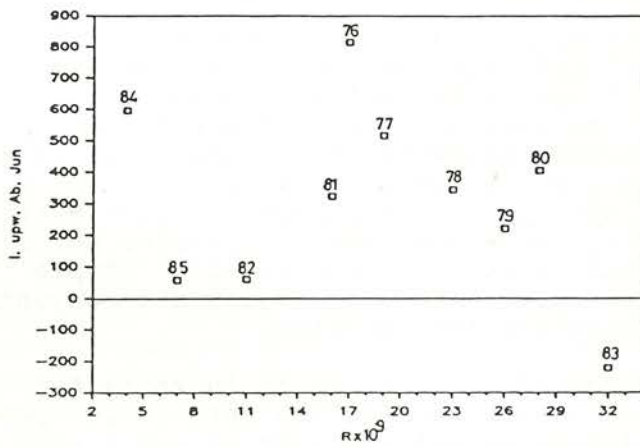
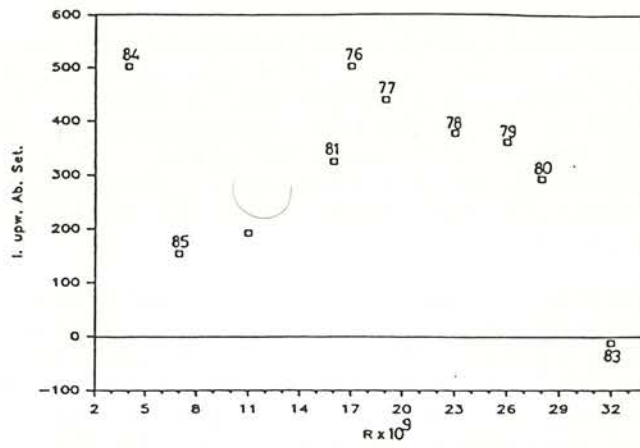


Fig. 7. Relación entre Reclutamiento ( $\times 10^9$  individuos) e Índices de afloramiento ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{km.}$ ) de Abril-Septiembre, Abril-Junio y Abril ( 1976 - 1985 ).



probablemente estén ligados a fluctuaciones en la abundancia de este recurso. En el período 1940-1985 la captura osciló entre 67.000 y 250.000 tons.. A mediados de la década de los años 50 se produjeron cambios tecnológicos importantes en las flotas que sugieren un incremento del poder de pesca, coincidiendo con un período de incremento de las capturas, aunque no se dispone de suficiente información para cuantificar la posible influencia en el esfuerzo de pesca.

Existen algunos trabajos que intentan buscar las causas de estas fluctuaciones de la sardina a lo largo del área de afloramiento relacionada, en último término, con la situación y valor absoluto del anticiclón de las Azores. Dickson *et al.* (1985), encuentra una correlación negativa entre el índice de afloramiento y la captura de sardina en la división IX a en el período 1946-1984, asumiendo que ésta es un índice de abundancia.

Esta correlación sería más alta con el índice de Abril, sugiriendo la hipótesis de que el reclutamiento depende del retraso en la aparición del afloramiento y su debilidad en primavera por su relación con la distribución costera de las larvas y su adecuada alimentación. Fiuza *et al.* (1982) muestran en la misma zona que hay correlación positiva entre el porcentaje mensual de la captura total portuguesa (1939-1974) y los índices de afloramiento, separadas ambas variables por 2 ó 3 meses. La explicación está basada en la dinámica simple de la cadena trófica, pero referida a valores medios del conjunto de los datos sin indicar relaciones interanuales.

En la pesquería de sardina de la costa Sur de Marruecos, Belveza y Erzini (1983) señalan una correlación positiva entre la captura y el índice de afloramiento en los 3 años anteriores en contradicción con la débil relación entre este índice y el reclutamiento durante los cortos 12 años de la serie examinada.

El análisis de la evolución del stock de sardina iberoatlántico durante el periodo 1976-1985, indica que las capturas dependen estrechamente a corto plazo de los niveles de reclutamiento, situación característica de las especies pelágicas de vida corta (Ulltang 1980). Así la pesquería en 1984 y 1985 estuvo basada en la clase anual de 1983. Exceptuando 1976, 1977 y 1978 por problemas de muestreo, la tasa de explotación ha permanecido sin variaciones importantes y las relaciones entre el stock de puesta y el reclutamiento presentan oscilaciones muy acusadas a niveles semejantes del stock reproductor.

Por otro lado y teniendo en cuenta sólo un período de diez años no se encontró una relación entre afloramiento y reclutamiento.

Una correlación positiva entre la intensidad del afloramiento y la producción pesquera es sugerida por Cushing (1982) a través de la producción primaria, aunque hay información contradictoria sobre este aspecto (Bakun y Parrish, 1981; Lasker, 1981). Sin embargo las evidencias de que el reclutamiento es

determinado en los primeros estadios del ciclo biológico son numerosas y ampliamente documentadas. En este sentido, la información sobre la sardina ibérica es muy escasa. Datos sobre la distribución por edades en diferentes zonas e información puntual sobre áreas de puesta y distribución de la biomasa en el área española, sugerirían algunas líneas de investigación sobre el comportamiento biológico del stock y su posible relación con el afloramiento.

### Agradecimiento

F. Fernandez de Castillejo y Alicia Lavín nos han facilitado la información sobre los índices de afloramiento. A ellos nuestro agradecimiento.

### Bibliografía

- Anon., 1986. Report of the Working Group on the appraisal of sardine stocks in divisions VIIIc and IXa. ICES. CM 1986/Assess:23
- Bakun, A. and R. H. Parrish, 1981. Environmental inputs to fishery population models for eastern boundary current regions, 67-104. En G.D. Sharp (Ed). IOC Workshop Report, n 28, Unesco, París.
- Belveze, H. and K. Erzini, 1983. The influence of hydroclimatic factors on the availability of the sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) in the Moroccan Atlantic fishery. FAO Fish. Rep. 291, 2, 285-327.
- Blanton, J.O., Atkinson, L.P., Fernández-Castillejo, F., Lavín, A., 1984. Coastal upwelling off the Rias Bajas, Galicia, Northwest Spain. I: Hydrographic studies. Rapp. P. - v. Reún. Cons. int. Explor. Mer, 183: 79-90.
- Buen, de F. 1929. Fluctuaciones en la sardina *Sardina pilchardus* Walb. Pesa-medidas. Notas y Res. Inst. Esp. Oceano., Ser. II, 35.
- Cabanas, J.M, Gonzalez, N, Gonzalez .J,J , Garcia.C : 1983. Nutrientes en la Ría de Arosa: distribución e interrelación. Bol. Inst. Esp. Oceano., vol 1, n 1:72-84.
- Cushing, D.H., 1982. Climate and Fisheries. Academic Press. London.
- Dickson, R,R, Kelly, P,M, Colebrook, J,M, Wooster, WS and Cushing



- D.H., 1986 ." North winds and production in the eastern north atlantic" . ICES CM 1986 /C:37
- Fiuzza, A.F., de Macedo, M.E. and M.R. Guerreiro, 1982. Climatological space and time variation of the portuguese coastal upwelling. *Oceanologica acta*, 5 (1): 31-40.
- Fraga, F. 1981. Upwelling off the Galician coast Northwest Spain. En *Coastal Upwelling*, pp. 176-182. Ed. por F. Richards, American Geophysical Union, Washington D.C., USA.
- Lasker, R., 1981. Factors contributing to variable recruitment of the northern anchovy (*Engraulis mordax*) in the California Current: contrasting years, 1975 trough 1978. *Rapp.P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer*, 178, 375-388.
- Labarta, U, 1985. A Galicia mariñeira. Ed. Galaxia. Vigo. España.
- Oliver, M., 1951. La sardina de la costa noroeste española en 1948 y 1949 (estudio biométrico y biológico). *Bol. Inst. Esp. Oceano.*, 42.
- Parrish, R., Bakun, A., Husby, D and Nelson, C . 1983. Comparative climatology of selected environmental processes in relation to eastern boundary current pelagic fish reproduction ." Expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish stock " .
- Pastor, X., Porteiro, C. and A. Lavin, 1985 a. Acoustic abundance estimation of pilchard (*Sardina pilchardus* Walb.) in Galician and Cantabric waters. August, 1983. ICES CM 1985/H:52.
- Pastor, X., Alvarez, F., and A., Astudillo, 1985 b. Acoustic estimation of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) off Cantabric and Galician waters. August 1984. Ices CM 1985/H:73.
- Pastor X., Alvarez, F., Porteiro, Astudillo, A and Miquel ,J. 1986a. Acoustic abundance estimation of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) off Cantabric and Galician waters. August 1985. ICES CM 1986/H:21.
- Pastor X., Porteiro, C., Alvarez, F., and Miquel, J., 1986 b. Acoustic abundance estimation of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) off Cantabric and Galician waters. March 1986. ICES CM 1986/H:20..
- Porteiro, C., Alvarez, F. and J.A. Pereiro, 1986. Sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) stock differential distribution by age class in Divisions VIIIc and IXa. ICES, CM 1986/H:28.

- Sola, A., and C. Franco, 1984. Ichthyoplankton survey of interesting commercial species of the Cantabric and Galician shelves (N-NW Spain). ICES, CM 1984/H:42.
- Tenore, K. R., Boyer, L. F., Cal, R. M., Corral, J., Garcia-Fernandez, C., Gonzalez, N., Gonzalez-Gurriaran, E., Hanson, R. B., Iglesias, J., Krom, M., Lopez-Jamar, E., Mc Clain, J., Pamatmat M. M., Perez, A., Rhoads, D. C., Santiago, G., Tietjen, J., Westrich, J., Coindon, H. L., 1982. Coastal upwelling in the Rias Bajas NW Spain : Contrasting the benthic regimes of the Rías de Arosa and the Muros. *J.mar. Res.*, 40 (3): 701-772.
- Ulltang, O. 1980. Factors affecting the reaction of pelagic fish stocks to exploitation and requiring a new approach to assessment and management. *Rapp. P-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer*, 177:489-504.
- Wooster, W. S., Bakun, A. and Mclain, D.R., 1976. The seasonal upwelling cycle along the eastern boundary of the North Atlantic. *J. mar. Res.*, 34 (2): 131-141.