

ANALISIS DE LA PESQUERIA DE ATUNES ROJOS (THUNNUS THYNNUS) JOVENES DEL ATLANTICO ESTE Y
COMENTARIOS ACERCA DE LA ESTRUCTURA DEL STOCK

J. L. Cort, J. C. Rey

Instituto Español de Oceanografía

SUMMARY

The Bay of Biscay fisheries continue to be studied as an index indicative of the fisheries of young tunas in the eastern Atlantic. According to current information, the CPUE has stabilized.

Stock recruitment studies for this cohort analysis, in which the population parameters of previous studies have been revised along with the results of tagging experiments in the Bay of Biscay, show a rising recruitment tendency.

Comparative analyses of the transatlantic recoveries obtained from tagging in the Bay of Biscay and of the preliminary results of parasitology studies of young tunas from both sides of the Atlantic indicate rates of interchange between the east and west stocks which vary from year to year as well as in intensity depending on the direction of the migration.

RESUME

On a poursuivi l'étude des pêcheries du golfe de Gascogne en tant qu'indice de référence des pêcheries de jeunes thons rouges de l'Atlantique est. Selon l'information actuelle, la CPUE s'est stabilisée.

L'étude du recrutement du stock est au moyen d'une analyse de cohortes dans laquelle on a révisé les paramètres de population d'études antérieures, ainsi que les résultats des expériences de marquage dans le golfe de Gascogne, mettent en évidence une tendance à la hausse du recrutement.

Une analyse de comparaison des répercussions transatlantiques obtenues à partir des expériences de marquage dans le golfe de Gascogne et les résultats préliminaires d'études de parasites de jeunes thons rouges des deux côtés de l'Atlantique, nous montrent un taux d'échange entre les stocks est et ouest dont les valeurs varient d'une année sur l'autre et dont l'intensité varie également selon la direction du déplacement.

RESUMEN

Se continúan estudiando las pesquerías del Golfo de Vizcaya como índice indicativo de las pesquerías de atunes jóvenes del Atlántico Este. Según la actual información, se ha alcanzado una estabilidad de la CPUE.

El estudio del reclutamiento del stock Este por análisis de cohortes, en el que se han revisado los parámetros poblacionales de estudios anteriores, junto con los resultados de las experiencias de marcado en el Golfo de Vizcaya, evidencian una tendencia al alza del reclutamiento.

Análisis comparativos de las recuperaciones trasatlánticas obtenidas a partir de las experiencias de marcado en el Golfo de Vizcaya y de los resultados preliminares de estudios parasitológicos de atunes jóvenes de ambos lados del Atlántico, nos indican unas tasas de intercambio entre el stock Este y Oeste, cuyos valores varían de un año a otro y a su vez tienen distinta intensidad según el sentido de la migración.

INTRODUCCION

Nuevos datos estadísticos sobre las pesquerías de jóvenes atunes rojos del Atlántico Este, y resultados de observaciones recientes, permiten ampliar las series históricas de datos, así como obtener nuevas evidencias sobre la situación de las pesquerías de atún rojo juvenil al Oeste del Estrecho de Gibraltar.

Este documento, en el que se tienen en cuenta dos anteriores efectuados sobre estas mismas pesquerías (BARD - CORT, 1980; CORT, 1982), consta de dos partes. En la primera se estudian las pesquerías bajo el aspecto de la dinámica de la población y en la segunda se analizan los resultados sobre migración y observaciones de las marcas naturales, buscando su relación con la estructura del stock.

FUENTE DE DATOS

La mayor parte de la información concerniente a desembarcos se encuentra recopilada en el informe anterior (CORT, op.cit.) al cual se añadieron cifras correspondientes a las pesquerías de almadrabas españolas y marroquíes y palangre japonés (de edades comprendidas entre 1 y 4 años) capturados en el Atlántico Este, entre 1968 y 1979. Estos datos se encuentran publicados en el informe anterior (BARD, CORT y REY, 1978). Del mismo modo Rodríguez Roda (com.pers.), proporcionó información de las capturas en las almadrabas del Sur de España para los últimos años (1980 a 1982).

MÉTODOS EMPLEADOS

En la parte del trabajo dedicada al análisis de los datos básicos se consideró la C.P.U.E. de la pesquería hispano-francesa del Golfo de Vizcaya como representativa de la abundancia de jóvenes atunes en el sector atlántico del stock Este.

Para el análisis de la población se han utilizado parámetros poblacionales revisados con respecto a los empleados en documentos anteriores.

Se asumió la mortalidad natural $M=0,14$ (en los pasados $M=0,10$), según criterio del SCRS/1979, para peces de edades entre 1-5 años.

La aplicación del análisis de cohortes implica la estimación de un valor inicial de mortalidad en la última clase de edad, en este caso F_4 . Esta se dedujo en base a las experiencias de marcado de atunes rojos en el Golfo de Vizcaya entre los años 1978 y 1982.

Para calcular dicho parámetro se consideró que las experiencias de marcado se han efectuado en condiciones idóneas para este tipo de estudios y coincidiendo con el principio de la temporada de pesca de las clases de edad sobre las que se efectuó el experimento.

Así pues, de los resultados de las campañas de marcado de 1978, 1980 y 1982 sobre las edades 1 y 2 en el Golfo de Vizcaya, se estimó la abundancia aparente de las cohortes de 1977, 78, 79 y 1981 por el método simple de Petersen, que relaciona el número de peces marcados de una parte de la población en un determinado instante, y la posterior recaptura de éstos entre la captura total (RICKER, 1975).

Los datos de las capturas efectuadas correspondientes a dichas clases de edad son conocidos al final de cada temporada de pesca.

Una vez calculadas estas cifras se aplicó el método general de análisis de cohortes.

Este método permite que, conocidas la abundancia de la clase de edad (N_i), la mortalidad natural (M_i) y la captura sobre dicha clase de edad (C_i) se puede estimar la F_i mediante la fórmula general:

$$\frac{C_i}{N_i} = \frac{F_i}{F_i + M_i} (1 - e^{-(F_i + M_i)})$$

Este valor de F_i obtenido se ha empleado posteriormente para el cálculo de la siguiente abundancia en la clase de edad siguiente (N_{i+1}), aplicando:

$$\frac{C_i}{N_{i+1}} = \frac{F_i (1 - e^{-(F_i + M_i)})}{F_i + M_i (e^{-F_i + M_i})}$$

Volviendo alternativamente a estas dos fórmulas, se han ido calculando los parámetros F_{i+1} , N_{i+2} , F_{i+2} ,... para las cohortes de 1977-78 y 1979 a su paso por el Golfo de Vizcaya.

Examinando posteriormente la convergencia existente de las F_4 obtenidas se ha tomado el valor correspondiente a la cohorte de 1977.

Este valor inicial de F_4 se ha aplicado en el modelo de análisis de cohortes de Pope (POPE, 1973) para un valor constante de mortalidad natural, en el que el último valor de N , nos representa el reclutamiento de la edad 1 en la porción atlántica del stock Este de atún rojo.

Este método se aplicó para las cohortes de 1964 a 1978. Las cohortes correspondientes a 1979 y 1981 se calcularon directamente a partir de la recuperación de peces marcados en el Golfo de Vizcaya durante las temporadas de pesca de 1980 y 1982, por el procedimiento descrito anteriormente.

DATOS GENERALES DE LAS PESQUERIAS (Tabla 1)

La evolución de las capturas entre 1971 y 1981 muestra estar estabilizada, con un valor medio de 2134 t/año, con máximos en 1972 (3413 t) y mínimo en 1981 (1017 t).

El esfuerzo de la pesquería del Golfo de Vizcaya continúa descendiendo notablemente. En la actualidad se encuentra a niveles del año 1976 y desde entonces, tan sólo aumentó en 1978. En 1981 el esfuerzo representa el 27% del esfuerzo de 1971. En la figura 1 se representa la tendencia descendente del esfuerzo en los años considerados.

La C.P.U.E. se encuentra estabilizada en los últimos años en 0,7 t/día mar, si bien la tendencia es ascendente entre los años 1971-81, (figura 1).

ANALISIS DE LA POBLACION

Las hipótesis de base establecen que la fracción atlántica del stock Este de atún se mantiene en el Océano, sin penetrar en el Mar Mediterráneo para efectuar la reproducción, hasta pasado el cuarto año de vida (BARD-CORT, 1980).

Se calculó experimentalmente el valor de $F_4 = 0.009$. En la tabla 2 se expresa la base de datos de las experiencias de marcado sobre las que se efectuaron estos cálculos (la tabla 3 es un resumen general de los resultados del marcado en el Golfo de Vizcaya).

En los anteriores trabajos ya citados se utilizó un valor hipotético de $F_4 = 0,01$, como se puede comprobar, es muy próximo al encontrado en la elaboración de este documento. De cualquier modo la tendencia del reclutamiento no ha variado al introducir este cambio, aunque sí el valor absoluto del reclutamiento a la edad 1.

En la figura 2 se representan gráficamente los valores encontrados prácticamente según el método descrito. Se observa, en primer lugar, que la variabilidad de F para la clase de edad 1 es alta en los tres años considerados (0,08 a 0,34). A partir de la clase de edad 2 se observa una tendencia convergente de los valores de F, siendo ésta muy notable en la edad 4.

Antes de comenzar el análisis se revisaron los datos de base, añadiendo a los ya existentes los datos que se muestran en la tabla 4, correspondientes a las almadras y palangre del Atlántico. El análisis se comenzó, entonces, en razón a los datos definitivos de la tabla 5.

El reclutamiento aparente correspondiente a la edad 1 para las cohortes de 1964 a 1981, se presenta en la figura 3. En ésta no se observa una tendencia definitiva, aunque hay evidencia de que existe un aumento del reclutamiento desde 1978.

Las variaciones de F para la edad 1 se presentan, del mismo modo en la figura 3.

De la tabla 6 se puede comprobar que es esta edad la que soporta mayor mortalidad por pesca de las cuatro edades consideradas.

En el gráfico se observan distintos máximos con cierta periodicidad. Tal como se comentaba en el documento anterior (CORT, op.cit) la mayor parte de esta mortalidad es consecuencia de la pesca de cerco de Marruecos sobre la edad 1, como se puede comprobar en la tabla 3 y deducir el número de peces de la tabla 5. Las consecuencias de esta alta mortalidad por pesca sobre esta clase de edad, en determinados

años, como 1969, se dejó sentir en el futuro de la pesquería del Atlántico Este y posteriormente en las del Mar Mediterráneo.

Únicamente en el año 1978 la mortalidad sobre la edad 1 en el Golfo de Vizcaya fué superior que a la ejercida en la pesquería de cerco marroquí.

CONSIDERACIONES SOBRE LA ESTRUCTURA DEL STOCK

En el presente documento se hace un estudio acerca del intercambio entre los dos presuntos stocks de atún rojo del Atlántico a partir de las recuperaciones transatlánticas procedentes de nuestras experiencias de marcado en el Golfo de Vizcaya y de las observaciones sobre presencia de parásitos externos efectuadas en atunes de edades comprendidas entre 1 y 8 años capturados a ambos lados del Océano Atlántico. Para estas últimas observaciones se siguió la metodología descrita por Walters (1980), y para ello se realizaron muestreos de las pesquerías españolas de almadra, superficie del Golfo de Vizcaya y Canarias en los años 1980, 81 y 82. Durante el verano de 1981 uno de los autores de este documento efectuó un muestreo de la pesquería deportiva americana desembarcada en distintos puertos de los Estados de Rhode Island y N. York.

En el informe de atún rojo del SCRS/1979 se notificaba que el intercambio de peces entre ambos lados del Océano, cuando tiene lugar, no supera el 15%. En base a este criterio se efectuaron las observaciones descritas con los siguientes resultados:

De un total de 1318 atunes marcados en el Golfo de Vizcaya, entre 1977 y 1982, se han recuperado 87 (6,6%), de

los cuáles 5 (0,4%) fueron migraciones transatlánticas. Estos estaban constituidos por peces de 3 y 4 años que al ser marcados lo fueron de 1, 2 y 3 (Tabla 7).

Por otra parte nuestras observaciones sobre los parásitos externos (el trematodo Nasicola klawei y el copépodo Elytrophora brachyptera) asumidos por Walters como indicadores de los peces nacidos al Oeste y Este del Atlántico respectivamente, proporcionaron estos resultados:

Talla (cm)	edad	Tamaño de la muestra (N)	Infectación con <u>Nasicola</u> (%)	Infecta.con <u>Elytrophora</u> (%)
< 50	0	31	0	0
49-68	1	22	4,5	31,8
69-88	2	36	2,8	61,1
89-106	3	23	0	69,6
107-124	4	24	4,2	66,7
125-157	5-6	35	0	88,6
158-186	7-8	38	2,6	100

Atlántico Este

Talla	edad	N	Infec. con <u>Nasicola</u> (%)	Infect.con <u>Elytrop.</u> (%)
< 50	0	0	0	0
49-68	1	41	90,2	0
69-88	2	27	37	22,2
89-106	3	11	54,5	9,1
107-124	4	3	100	0
125-157	5-6	0	0	0
158-186	7-8	1	100	0

Atlántico Oeste

En primer lugar los atunes muestreados en el Atlántico Este presentaron una infectación del copépodo que varió, por clases de edad, entre un 31,8% (edad 1) a un 100% (edades 7 y 8), mientras que el trematodo osciló, tan sólo, entre 4,5% (edad 1) a un 2,6% (edad 7 y 8).

Por lo que respecta al muestreo de la clase de edad 0, no se observó ningún parásito. Estas muestras procedían del Mar Mediterráneo, lo que podría indicar un carácter atlántico de dicho parásito que sería adquirido por los atunes al agregarse a las zonas de concentración del Océano Atlántico.

Respecto a las muestras tomadas en EE.UU., se manifestó una infectación del trematodo en algunas clases de edad hasta del 100% (4, 7 y 8; aunque el tamaño de la muestra en ambos casos fue muy baja); sin embargo, la clase de edad 1 presenta una infectación alta (90,2%, con un muestreo amplio). A partir de ésta, las demás clases presentaron una variación entre el 37 y 54,5% (edades 2 y 3).

Respecto al copépodo tan sólo estuvo presente en dos clases de edad con un porcentaje de infectación del 22,2 y 9,1% para las edades 2 y 3 respectivamente.

Estos resultados nos condujeron a hacer un análisis comparativo con los resultados del experimento anterior, en el que se han considerado las clases de edad con cierto valor representativo del tamaño de la muestra.

Los muestreos del Atlántico Oeste fueron éstos:

Clase de edad	I	II	III	N	MUESTREADOR	AÑO DE
						MUESTREO
N	25	62	26	113	Walters	1977
♀ (copépodo)	12	24,2	50			1978
						1979
N	11	27	11	79	Cort	1981
♀ (copépodo)	0	22,2	9,1			

y los siguientes para el Atlántico Este:

Clase de edad					AÑO DE	
	I	II	III	N	MUESTREADOR	MUESTREO
N	16	24	1	41	Walters	1978
♀ (Trematodo)	12,5	16,7	0			1979
N	22	36	23	81	Cort Rey	1980
♀ (Trematodo)	4,5	2,8	0			1981 1982

Aparentemente las diferencias que se observan en ambos experimentos son muy grandes, aunque para confirmarlo se aplicó un test χ^2 para el conjunto de las muestras en ambos casos (Atlántico Oeste y Atlántico Este) encontrando diferencias altamente significativas.

Observando las diferencias por grupos de edad se comprueba que hay una gran similitud en los porcentajes correspondientes a la edad 2 (24,2% y 22,2%).

En los casos restantes se observan diferencias que un test de igualdad de porcentajes (SOKAL-ROHLF, 1979) reveló como significativas, no siendo así para el caso mencionado de la edad 2.

Con la limitación debida al tamaño de las muestras estudiadas y asumiendo que ambos parásitos son indicadores de las zonas Este y Oeste del Atlántico, puede concluirse esta comparación de experiencias diciendo que tan sólo la edad 2 mantuvo un nivel similar de intercambio entre ambos stocks y que éste varió para las restantes edades estudiadas (1 y 3) en los años que se efectuaron dichas experiencias, siendo sensiblemente menor la incidencia de infectación que aparece en nuestros resultados. Si este hecho delata realmente una migración entre los distintos stocks, puede decirse que la variación es grande de un año a otro y que, en cualquier caso, la intensidad migratoria es mayor en el sentido Este-Oeste.

EPILOGO

Estos estudios deben ser continuados buscando incluso nuevos marcadores biológicos internos con el fin de evitar el problema del contagio que pudo haber ocurrido entre peces de la muestra pertenecientes a distintas zonas de puesta.

REFERENCIAS

- Bard, F.X., Cort, J.L. et Rey, J.C., 1978: Commentaires sur la composition démographique des pêcheries de thon rouge (*Thunnus thynnus*) de l'est Atlantique et de la Méditerranée, 1960-76. ICCAT. Colecc.Doc.Cient., Vol. VII (2).
- Bard, F.X. et Cort, J.L., 1980: Evaluation du recrutement apparent de thon rouge (*Thunnus thynnus*) en Atlantique Est et l'Ouest de Gibraltar. ICCAT. Colecc.Doc.Cient., Vol. IX(3).
- Cort, J.L., 1982: Situación de las pesquerías de jóvenes atunes rojos (*Thunnus thynnus*) de Marruecos y Golfo de Vizcaya y evolución en la parte atlántica del stock Este. ICCAT. Colecc.Doc.Cient. XVII (2).
- Pope, J.G., 1972: An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int.Comm. Northwest Atl. Fish.Res.Bull. 9: 65-74.
- Ricker, W.E., 1975: Computation and interpretation of biological statistics of fish population. S. Bull.Fish.Res. Bd. Canada, 191: 382 p.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J., 1979: Biometria. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Edit. Blume, Madrid. (332 p)
- Walters, V., 1980: Ectoparasites of eastern and western Atlantic bluefin tunas. ICCAT. Colecc.Doc.Cient. Vol IX (2).

Tabla 2

Año de marcado	Nº peces marcados	Edad de los peces marcados	Recap.
1978	122	1	33
1980	55	2	3
1980	218	1	15
1982	216	1	2

Datos base utilizados en los cálculos de la abundancia de distintas cohortes del Atlántico Nordeste.

Tabla 3

Año	Clases de edad	Nº de peces marcados
1977	1	3
	2	6
1978	1	122
	2	42
	3	6
1979	1	10
	2	81
	3	10
1980	1	218
	2	55
	3	14
	4	4
	5	6
	6	3
	7	2
1981	1	64
	2	228
	3	1
1982	1	216
	2	64
	3	83
	4	29
	5	1
	6	1
	7	1

Resultados de las campañas de marcado en el Golfo de Vizcaya

Tabla 1

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Capturas Golfo de Vizcaya (t) (edad 1-9)	2191	2888	2236	1611	1710	947	1618	2300	1396	1393	1013
Esfuerzo Golfo de Vizcaya (días de mar)	5400	4000	3400	2300	3050	1500	1800	2400	1670	1870	1463
CIVE Golfo de Vizcaya (t/día mar)	0,4	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7
Capturas Marinosos (t) (edad 1)	72	531	542	616	1000	334	595	30	200	155	
Caps. de almadraba y palanque. Atl. N. (edad 1-4)	-	1	-	75,5	30	-	-	-	-	-	4
TOTAL CAPTURAS	2263	3413	2778	2302	2740	1281	2213	2330	1596	1549	1017

Datos generales de las pesquerías de jóvenes reñones del Atlántico Nordeste.

ANO EDAD	1	2	3	4
1968				16
1969				0
1970				5
1971				0
1972				37
1973				0
1974	193	790	1275	1616
1975		373	399	721
1976				0
1977				0
1978				0
1979				3
1980				0
1981				150
1982				0

Tabla 4.- Datos correspondientes a las capturas de almadrabas y palangre del Atlántico NE (edades 1-4)

ANO EDAD	1	2	3	4
1965	214000			
1966	202000	78021	89673	19458
1967	105600	25556	16324	11733
1968	103300	27733	17336	12057
1969	468200	71515	22758	7613
1970	167400	64497	18202	15122
1971	17500	53728	22112	10339
1972	119100	52423	9233	4224
1973	121900	51671	17246	3909
1974	133614	38780	34249	8943
1975	207700	127390	11115	6616
1976	75100	52113	11225	1643
1977	140200	80446	17756	5741
1978	126800	67063	8883	15522
1979	60023	44041	14288	14526
1980	57121	33876	12633	2581
1981	78329	35518	3380	1327
1982*	15100	17017	4992	2474

Tabla 5.- Tabla demografica de capturas (edades 1-4) del Atlántico Nordeste en la que se incluyeron los de la tabla 4.

* Datos provisionales.

Tabla 6

CLASES DE EDAD

Cohorte F	1	2	3	4
1964	2586	2049	1708	1442
1965-66-67	0.09	0.04	0.03	0.009
1965	1874	1254	1066	910
1966-67-68	0.3	0.02	0.02	0.009
1966	2935	2453	2107	1810
1967-68-69	0.04	0.01	0.01	0.009
1967	2139	1735	1442	1236
1968-69-70	0.07	0.05	0.01	0.009
1968	1343	765	605	505
1969-70-71	0.4	0.09	0.04	0.009
1969	970	688	548	467
1970-71-72	0.2	0.09	0.02	0.009
1970	1738	1495	1249	1070
1971-72-73	0.01	0.04	0.01	0.009
1971	1444	1145	947	791
1972-73-74	0.09	0.05	0.04	0.009
1972	506	326	238	195
1973-74-75	0.3	0.2	0.05	0.009
1973	1367	1060	802	687
1974-75-76	0.11	0.14	0.02	0.009
1974	3169	2534	2154	1856
1975-76-77	0.08	0.02	0.009	0.009
1975	2310	2399	2011	1740
1976-77-78	0.03	0.04	0.005	0.009
1976	723	498	370	309
1977-78-79	0.2	0.2	0.04	0.009
1977	476	296	244	201
1978-79-80	0.3	0.05	0.06	0.009
1978	571	432	344	296
1979-80-81	0.1	0.09	0.01	0.009
1979	1320	1067	894	
1980-81-82	0.07	0.04	0.06	

Abundancia de los grupos de edad 1-4 obtenidos por análisis de cohortes ($\times 10^3$).
En la parte inferior se expresa la mortalidad por pesca correspondiente a cada año.

Figura 1A.- Evolución del Esfuerzo (Días de mar) en la pesquería del Golfo de Vizcaya.
 1B.- Evolución de la C.P.U.E. (t/día de mar) en la pesquería del Golfo de Vizcaya.
 (En ambos casos se representan las tendencias)

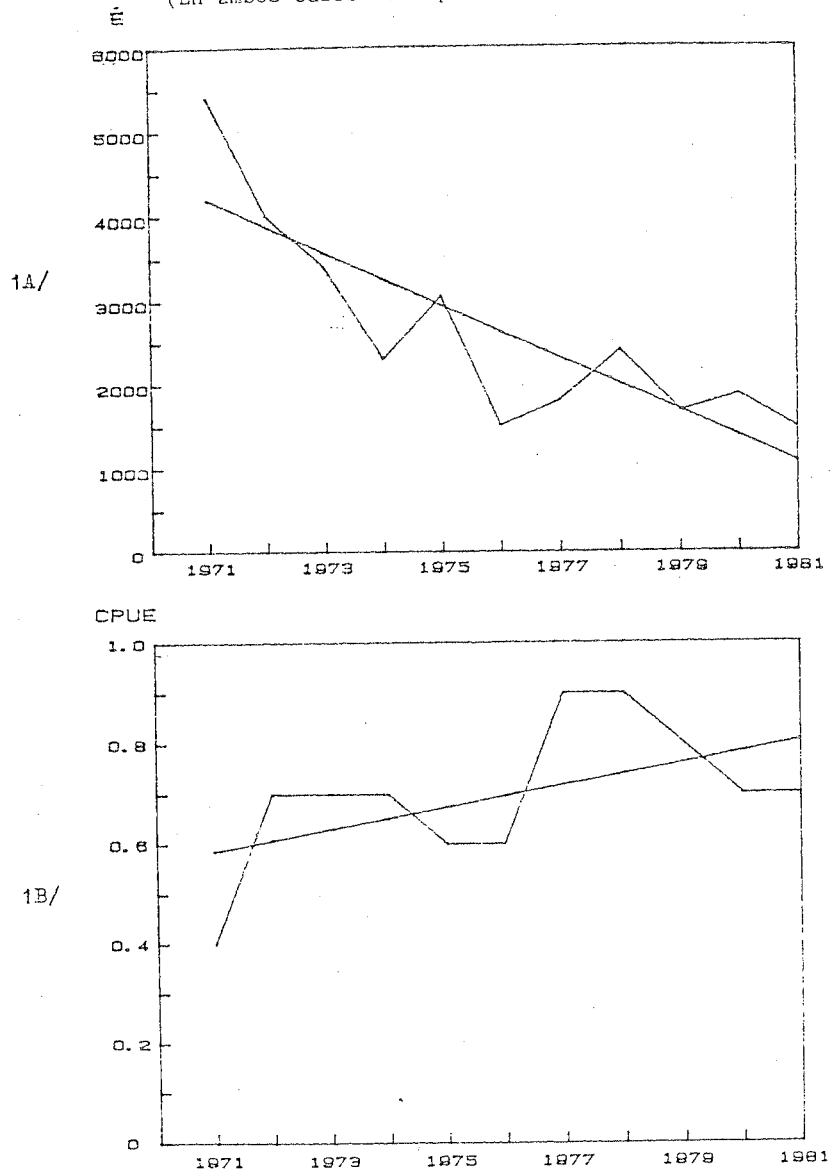


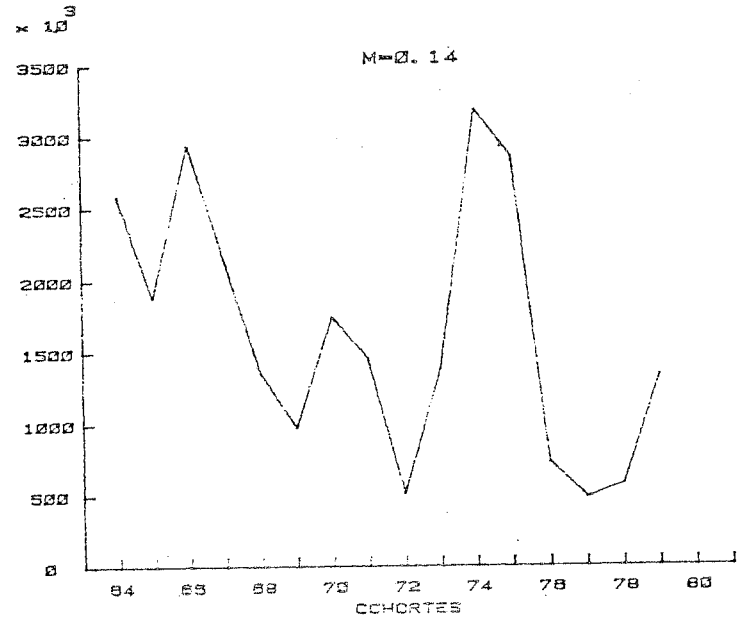
Tabla 7.

MARCADO				RECAPTURA		
Talla (cm)	Edad	Fecha	Situación marcado	Talla o peso (Edad)	Situación recaptura	Días en libertad
78	2	21-8-78	43°00'N-02°00'0	11,5 kg	42°18'N-60°45'0	518
103	3	13-9-79	44°20'N-02°40'0	27 kg	43°00'N-69°00'0	346
34	2	17-8-80	43°40'N-03°15'0	13,6 kg	39°40'N-72°40'0	384
30	2	4-8-80	43°55'N-03°03'0	99 cm	39°40'N-72°40'0	371
60	1	17-8-80	43°40'N-03°15'0	112 cm	40°36'N-72°03'0	726

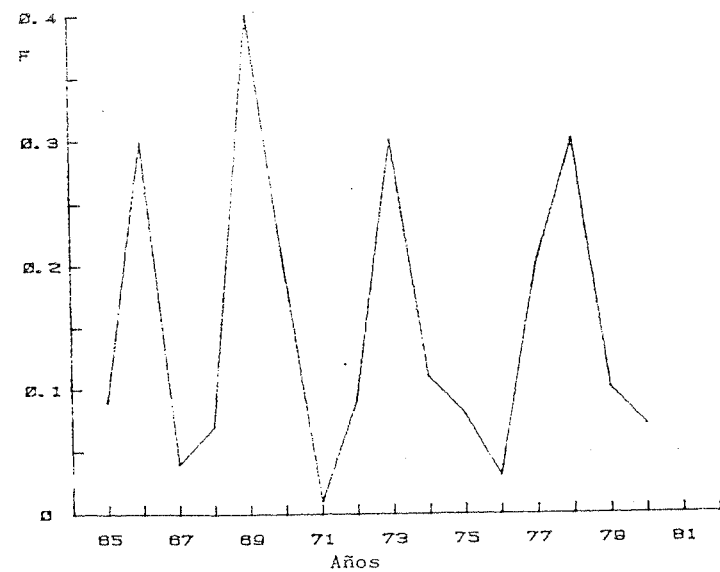
Datos correspondientes a los atunes que realizaron migración transatlántica.

Figura 3A.-Reclutamiento a la edad 1 en el Atlántico Nordeste (excluido el M.Mediterraneo)

3B.- Variación cronologica de F para la edad 1



3A/



3B/

Figura 2.- Representación de los valores de F hallados por análisis de cohortes en el Golfo de Vizcaya.

