

ANALISIS DE LOS DATOS DE MARCADO DEL ATUN ROJO (*THUNNUS THYNNUS*, L.) EN EL ATLANTICO ESTE Y MEDITERRANEO
MIGRACION, CRECIMIENTO Y MORTALIDAD

J. L. Cort, J. C. Rey
Instituto Español de Oceanografía

SUMMARY

This document summarizes tagging activities carried out in the eastern Atlantic and Mediterranean from 1911 to 1983. Three aspects were considered: migration, growth and mortality.

Migration: The connection between the juvenile bluefin fisheries of Morocco and Bay of Biscay and Bay of Biscay-Gulf of Lion is noted. For adult fish there is a connection between the fisheries of Norway and of the Gulf of Cadiz, and the Gulf of Cadiz fisheries with the giant spawners in the Mediterranean. From these tagging data, there was no evidence of migrations from the Mediterranean towards the Atlantic. East-west transatlantic migrations for young fish were shown with a 3.5 percent proportion.

Growth: A growth curve was calculated from tagging data up to age 5. This coincides with other growth studies made from hard parts (vertebrae and spines).

Mortality: The mortality F obtained for giant fish in the Gulf of Cadiz was lower (by 50 percent) than that calculated by catch curves. The mortality F obtained for young fish shows high values for age 1 fish in the Bay of Biscay for some years.

RESUME

Le présent document reprend l'ensemble des activités de marquage réalisées dans l'Atlantique est et la Méditerranée de 1911 à 1983. Trois aspects sont abordés: migration, croissance et mortalité.

Migration. On constate le rapport entre les pêcheries de thons juvéniles Maroc et golfe de Gascogne et golfe de Gascogne-golfe du Lion. Dans le cas des poissons adultes, il existe un rapport entre les pêcheries de Norvège et celles du golfe de Cadix, lesquelles se sont à leur tour avec celles de reproducteurs géants en Méditerranée. Ces données de marquage ne fournissent pas de preuves de migrations de la Méditerranée vers l'Atlantique. Les migrations transatlantiques de juvéniles en direction est-ouest sont vérifiées dans une proportion de 3,5 %.

Croissance. On a calculé une courbe de croissance obtenue par marquage jusqu'à l'âge 5, et qui coïncide avec les études de croissance effectuées à partir de pièces dures (vertèbres et épines).

Mortalité. La mortalité F obtenue pour les poissons géants du golfe de Cadix est inférieure (de l'ordre de 50 %) à celle calculée par les courbes de capture. La mortalité F obtenue pour les juvéniles montre certaines années des valeurs élevées pour l'âge 1 dans le golfe de Gascogne.

RESUMEN

En este documento se recoge toda la actividad de marcado que se ha realizado en el Atlántico Este y Mediterráneo, desde 1911 hasta 1983. Se han tratado tres aspectos: migración, crecimiento y mortalidad.

Migración - Se evidencia la conexión de las pesquerías de atunes jóvenes de Marruecos y Golfo de Vizcaya y Golfo de Vizcaya-Golfo de León. Para peces adultos existe conexión entre las pesquerías de Noruega y las del Golfo de Cádiz, y éstas, a su vez, con las de gigantes reproductores en el Mediterráneo. No se evidencian migraciones desde el Mediterráneo hacia el Atlántico. Las migraciones trasatlánticas para peces jóvenes en sentido Este-Oeste se evidencian con una proporción del 3.5%

Crecimiento - Se ha calculado una curva de crecimiento obtenida por marcado hasta la edad 5. Esta coincide con otros estudios de crecimiento efectuados a partir de partes duras (vértebras y espinas).

Mortalidad - La mortalidad F obtenida para peces gigantes del Golfo de Cádiz fue inferior (en un orden del 50%) a la calculada por curvas de captura. La mortalidad F obtenida para peces jóvenes muestra en ciertos años valores altos para la edad 1 en el Golfo de Vizcaya.

1. INTRODUCCION

El conocimiento de ciertos aspectos sobre la biología de los atunes, así como algunos parámetros poblacionales a partir de experiencias de marcado, ha sido el motivo para que en las últimas décadas se hayan intensificado este tipo de experimentos en todos los océanos de la Tierra. En la mayor parte de los casos los resultados han proporcionado una mejor comprensión de las especies estudiadas y su estado de explotación por parte del hombre.

En este trabajo se presenta una recopilación de datos sobre marcado de atún rojo del Atlántico Nordeste y Mediterráneo como efecto de una recomendación del SCRS (Comité Permanente de Investigación y Estadísticas) de la ICCAT (Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico) en el año 1983, en un momento muy importante de estudios sobre esta especie.

Estudio analítico del marcado de atún rojo en Atlántico Nordeste y Mediterráneo.— Las primeras referencias que se tienen sobre el marcado de esta especie datan de los años 1911 y 1912, cuando Sella marcó 30 atunes en las almadrabas italianas de Apuglia (10 atunes) y Gallipoli (20 atunes) de los que ninguno fue recapturado (citado por Heldt, 1927). En estos experimentos se utilizaron placas de cobre sujetas a un anillo, lo cual insertaban en el pedúnculo caudal de los atunes.

Entre 1931 y 1935, Frade y Dentinho, utilizando una cinta de cobre fosforoso, marcaron 107 atunes en la almadraba "Senhora de Livramento" (Algarve, Portugal), de los que 3 fueron, al parecer, recapturados, sin que se conozca algún detalle sobre ellos (citado por Rodríguez-Roda, 1980).

A partir de 1957 comienzan los programas de marcado en Noruega (Hamre, 1964). Estos duran hasta 1962 y se marcan 237 atunes gigantes, de los que 25 fueron recapturados (de éstos, 4 los fueron en las almadrabas del sur de España; el resto en las pesquerías noruegas). Se utilizaron entonces marcas hidrostáticas de Lea.

Entre 1960 y 1967 comienzan las experiencias de marcado de atún en las almadrabas del sur de España (Rodríguez-Roda, 1969; 1980). En seis campañas se marcaron 312 atunes gigantes, entre 159 y 212 cm, de los que 21 fueron recapturados (6 de ellos en el interior del Mediterráneo). Fueron utilizadas marcas hidrostáticas, siguiendo el método noruego con ciertas variaciones (Rodríguez Roda, 1964).

En el verano de 1960 se efectuó en Portugal un programa de marcado de atún en la almadraba de Tavira, al sur del país. Se marcaron 10 atunes grandes (160-180

cm). Más tarde, en el mes de noviembre del mismo año, se marcaron 40 atunes pequeños (60-65 cm) cerca de las costas de Sesimbra. De ninguno de los 50 atunes marcados se obtuvo recapturas (Vilela, 1960).

Desde 1963 hasta 1968 tiene lugar en Italia un programa de marcado en el Mar Tirreno. Se marcan 296 atunes, de los cuales, todos, excepto 8 eran inmaduros. Se recapturaron 6, uno de ellos adulto (45 kg; 135 cm) en las costas mediterráneas españolas; los demás cerca del lugar de marcado (Arena-Li Greci, 1970).

En los trabajos de Aloncle (1972) y Mather (1972) se presentan los resultados de experiencias de marcado llevadas a cabo por biólogos de Francia y Portugal, conjuntamente entre los años 1967 y 1972. Aunque se marcaron tan sólo 34 atunes jóvenes (clase de edad 1 y 2) los resultados muestran por primera vez recapturas de peces jóvenes que efectuaron migración transatlántica en el sentido E/W (2 peces marcados en 1968 y 1969). El total de peces recapturados fue 5.

En 1972 tiene lugar una campaña de marcado de carácter internacional en el Mediterráneo en la que sólo se marcaron 8 atunes de clase de edad 0, de los que no hubo recapturas (CIESM, 1972).

En Marruecos, desde 1972 hasta 1978 (los años 1977 y 78 la ICCAT financió las campañas) se marcan 195 atunes de clase de edad 1 (Lamboeuf, 1975; Brêthes, 1978-1979). Se recapturan 21, de los cuales 5, lo fueron en el Golfo de Vizcaya, un año después de ser marcados; 2 cerca de las costas de Portugal, tres y cuatro meses después de ser marcados y los demás en las costas marroquíes. De éstos, 4 tuvieron migración hacia el sur, recapturados algunos frente a las islas Canarias. Estas recapturas establecieron nuevas rutas migratorias hasta entonces desconocidas para la especie en edades jóvenes.

En 1976 comienza en España un programa de marcado de atún rojo en el Golfo de Vizcaya, que todavía continúa en 1984. Durante estas campañas, efectuadas en barcos comerciales, se han marcado, hasta 1983, 1597 atunes jóvenes entre 50-100 cm) y 47 adultos pequeños (entre 115-170 cm). Las recapturas han llegado a 112 de las cuales 6 lo fueron en las pesquerías de atún de la costa oriental de EE.UU.; 2 en el Mediterráneo (Golfo de León); 1 en las costas atlánticas marroquíes y las restantes en el Golfo de Vizcaya (Cort-Rey, 1983;1984).

Dentro del mismo programa se efectúan campañas de marcado de atún juvenil (clase de edad 0) en el Mediterráneo español, desde 1977 (Rey-Cort 1978). Durante éstas se han marcado 346 atunes, en distintas campañas aunque casi todas (333) se marcaron en 1983. De éstos, se recapturaron 39 en el mismo año de ser marcados (Rey, sin publicar).

En las tablas 1 y 2 se resúmen estos comentarios; en un caso más detallado -- (tabla 1) y en otro más general (tabla 2).

Respecto al % de atunes marcados por países u organizaciones, España tiene -- una notable diferencia con respecto a los demás, pues a los 312 gigantes marcados en las almadrabas, hay que sumar los numerosos atunes que año tras año se marcan en el Golfo de Vizcaya y recientemente en el Mediterráneo, siendo este país el -- único que en la actualidad mantiene este tipo de programas en el Atlántico Este y Mediterráneo, respecto a la especie estudiada.

El % de recapturas ha variado entre 2 y 14,7, siendo el valor medio encontrado para el conjunto, en general 7%. De éstas el 93% fueron recapturadas en el mismo lado del Océano en el que se marcaron; el 3.5% correspondieron a migraciones des de el Atlántico hacia el interior del Mediterráneo y el 3.5% restante, fueron migra ciones transatlánticas, en el sentido E → W.

2. MATERIAL

Se ha utilizado la información disponible sobre marcados de atún rojo en el At lántico Este y Mediterráneo procedente de la bibliografía, así como datos inéditos de marcado-recaptura obtenidos en campañas realizadas por los autores. Por lo tan to se ha efectuado una amplia revisión bibliográfica sobre el tema, cuya recopilación se expone en el apéndice de este documento.

Aunque las primeras experiencias de marcado se efectuaron en el primer dece nio de este siglo, en el estudio presentado se han utilizado los datos de marcado y recaptura de las experiencias efectuadas a partir de 1957 en aguas noruegas, ya -- que las consideramos como las primeras experiencias enmarcadas dentro de un pro grama continuado de marcación.

3. METODOS

Los métodos específicos empleados en cada apartado del trabajo (migración, -- crecimiento y mortalidad) se describen en cada sección. Para el tratamiento de -- ciertos aspectos como la migración se emplearon programas, en lenguaje Basic, ba sados en aquéllos utilizados por Bard et al., 1983 y ajustados a las características de la especie y zona tratada; todo el proceso se realizó en un ordenador HP-1000.

4. MIGRACION

4.1. Material y Métodos.

Para este capítulo se han considerado tan sólo aquellos datos en que se conocía la situación en que fue liberado el pez marcado y la situación de recaptura, -- con un detalle mínimo de 1º X 1º, deshechando aquella información que no -- cumpliera este requisito. Todas las situaciones, incluso aquellas expresadas en -- grados y segundos se han ajustado al punto medio de la cuadrícula de 1º X 1º en que fue marcado o recapturado.

Se han elaborado una serie de mapas que recogen la información disponible, in-- dicando la situación de marcado o recaptura, trayectos y dirección seguidas, es tos últimos sin considerar los accidentes geográficos, siguiendo las directrices -- de normalización propuestas por Fink y Bayliff (citado por Bard et al. 1983).

Por lo tanto se han agrupado las migraciones individuales por sectores (del 1 al 8, cada sector abarca 45 grados) dispuestos en una roseta cuyo centro coincide con el lugar de marcado (fig. 1). Todas las migraciones individuales que han se guido direcciones dentro de un mismo sector, se han calculado el tiempo medio de permanencia en el mar, distancia media (en millas náuticas) y velocidad me dia. La dirección se ha ajustado a la bisectriz de cada sector.

Los vectores medios obtenidos, para cada sector, se han representado con dife-- rente grosor dependiendo del tanto por ciento de peces que hubieran migrado -- dentro de cada sector, en el mismo estrato de tiempo. Cuando sólo ha habido un pez que migrara sólo dentro de un sector (el 100 X 100) se ha representado en un trazo delgado.

Las figuras de esta sección se presentan estratificadas por recapturas en los si guientes estratos de tiempo : < 1 mes; 1-2 meses; 2-3 meses; 3-9 meses; > 9 meses. La razón de esta subdivisión está en función del número de recapturas -- efectuadas en el tiempo. Así los estratos < 1 mes, 1-2 meses y 2-3 meses re-- presentan las recapturas que tienen lugar en el mismo año en que fueron mar-- cados, aunque obviamente, cuanto mayor sea el estrato, dentro de estas tres -- subdivisiones, mayor es la dispersión y alejamiento de los atunes con respecto a la zona de marcado.

Las recapturas no han sido normalizadas a los esfuerzos de pesca por cuadrícu-- la de 1º X 1º, pues sólo se dispone de datos de esfuerzo relativos a la pesque-- ría de atún rojo de Golfo de Vizcaya en la que prácticamente la captura se -- efectúa en una sólo cuadrícula de 1º X 1º.

4.2. Resultados

Las figuras 2 a la 40 resumen las migraciones de atún rojo registradas hasta la fecha, según la metodología explicada.

A nivel general, tres son los problemas que se presentan a la hora de interpretar los resultados de migración :

- Relativo pequeño número de peces marcados y gran dispersión en el tiempo (3259 atunes marcados en 27 años).
Distintos comportamientos y hábitos de migración según las distintas edades.
Áreas de pesca distintas para los atunes de diferentes grupos de edad.

- Ausencia de pesquerías invernales representativas, que permitieran el comienzo de ciclos anuales completos de migración, ya que un alto número de recapturas se efectúa dentro de la misma área de recaptura, año tras año, como es el caso de la pesquería del Golfo de Vizcaya, donde tan sólo 9 de las 112 recapturas se han recuperado en zonas alejadas del Golfo de Vizcaya y áreas próximas.

El análisis de las marcas recuperadas se ha efectuado por los estratos de tiempo ya explicados y a su vez por pesquerías, ya que prácticamente todas las zonas de marcado han coincidido con zonas tradicionales de pesca de atún rojo.

Las pesquerías comentadas son :

- Noruega : con captura de atún gigante.
- Cádiz (almadrabas) : con capturas de atún gigante.
- Marruecos : captura peces jóvenes (clases 1 y 2).
- Golfo de Vizcaya : captura juveniles (edades 1, 2 y 3 principalmente.)
- Mediterráneo : con clases de edad variadas, pero los peces marcados lo han sido en su gran mayoría de clase de edad 0.

El sentido de la dirección de los vectores presentados en los mapas está dirigido hacia la cifra que indica el número absoluto de recapturas.

Los mapas de migración se han encuadrado entre los siguientes límites :

De 25º N a 50º N y de 15º E a 20º W, por lo que los mapas no recogen aquellas recapturas que se hayan efectuado fuera de los límites descritos, como las

recapturas locales de las experiencias noruegas y las recapturas de peces de edad 0 marcados en el mar Jónico y Massina.

Recapturas entre 0 y 30 días. (Figuras 2 a 14).

La mayoría de las recapturas se han efectuado en este estrato de tiempo y dentro del área de marcado o en sus proximidades. Las distancias recorridas no son grandes, siendo recapturados en la mayor parte por el mismo sistema de captura que se empleó en la marcación.

- Golfo de Vizcaya : la dominancia de migración se hace en los sectores 1 al 4, es decir con una componente general de migración dirigida hacia el interior del Golfo de Vizcaya (hacia las costas francesa y española). Cabe recordar que la época de marcado se efectúa durante el mes de agosto.
- Cádiz : los atunes gigantes marcados lo fueron en la fase de pesca de "derecho" de las almadrabas. Todas las recapturas, excepto una que se dirigió hacia el mediterráneo, se produjeron en las proximidades de Barbate, lugar de marcado, con una dirección predominante de migración del sector 8.
- Marruecos : se observan desplazamientos en los sectores 3 y 4, es decir siguiendo el litoral atlántico marroquí hacia el sur. El marcado se hizo en primavera y verano.
- Mediterráneo : la totalidad de las recapturas (peces de edad 0) se produjeron en este estrato de tiempo y en la zona de pesca, sin tendencia de migración alguna.

Recapturas entre 1 y 2 meses. (Figuras 15 a 19).

- Golfo de Vizcaya : se observa una migración dominante, con trayectos largos hacia los sectores 1,7 y 8 y algún desplazamiento menor hacia los sectores 3 y 4. Su interpretación podría coincidir con el inicio de la salida del Golfo de Vizcaya en dirección norte y norte-noroeste.
- Marruecos : tan sólo una recaptura apunta en la misma dirección que el estrato de tiempo anterior, hacia el sur.

Recapturas entre 2 y 3 meses. (Figuras 20 a 26).

- Golfo de Vizcaya : no hay evidencias determinantes de la pauta de migración debido al escaso número de recapturas. Este período coincide -

con el fin de la estación de pesca en la zona. Los trayectos recorridos son cortos y de dirección variable.

- Cádiz : dos recuperaciones se han hecho en el Mediterráneo, una en el Golfo de León y otra en la almadraba de Ceuta, durante la fase de pesca de "revés" por lo que se deduce que esta última recaptura se trataba de un pez que marcado durante su migración genética en Barbate -- (hacia el Mediterráneo) se disponfa a salir del Mediterráneo ya en su migración postgenética.
- Marruecos : una marca se recapturó sensiblemente más al sur que las precedentes, mientras que la otra se localizó a mitad de camino entre Marruecos y Golfo de Vizcaya.

Recapturas entre 3 y 9 meses. (Figuras 27 a 29).

- Golfo de Vizcaya : la migración de salida del golfo ha concluido, no hay recuperación de marcas.
- Marruecos : dado que el marcado en aguas de Marruecos se hizo unos meses antes que en el Golfo de Vizcaya, las recapturas, en la época de pesca en el Golfo, evidencian el nexo entre la pesquería marroquí y la hispano-francesa del golfo. Se producen grandes desplazamientos en los sectores 1 y 3.

Recapturas con más de 9 meses. (Figuras 30 a 40).

- Noruega : al margen de las recapturas locales (no registradas en las figuras) se presentan 5 recapturas en las almadrabas del sur de España, lo que pone de manifiesto una relación entre los atunes de noruega y los de las pesquerías de almadrabas atlánticas del estrecho de Gibraltar.
- Cádiz : se han registrado migraciones siguiendo la costa atlántica española y portuguesa (sector 8) y las de Marruecos (sector 5).
- Golfo de Vizcaya : las recapturas son locales, si bien se tratan de peces que han pasado uno o varios inviernos alejados de esta zona, se trata de migraciones sucesivas entre la zona de invernada (probablemente en la región Canarias-costa sur atlántica de Marruecos) y Golfo de Vizcaya. Se obtiene la recaptura de un atún marcado en el Golfo de Vizcaya frente a las costas de Marruecos a finales de invierno que corrobora esta hipótesis. No se observa tendencia definida a los sectores en que hay desplazamientos.
- Marruecos : una vez más se registra comunicación entre las costas de Marruecos y Golfo de Vizcaya, una recaptura (sector 5) nos lleva a pen--

sar en una zona de invernada, ya que se trata de una recaptura invernal.

- Mediterráneo : un pez marcado en Italia se recapturó en las costas españolas dos años más tarde, se trata de la única recaptura significativa del Mediterráneo.

Migraciones transatlánticas. (Figura 41).

Hasta el momento 8 marcas colocadas sobre atunes jóvenes han sido recapturadas en la costa oeste del Atlántico, seis marcas fueron recapturadas al año siguiente, mientras que las otras dos lo fueron dos años después de ser marcadas.

De este análisis espacio-temporal se deducen las siguientes conclusiones :

- Conexión entre las pesquerías juvenil de Marruecos y la del Golfo de Vizcaya, edades 1, 2 y 3
- Conexión de las pesquerías del Golfo de Vizcaya con la del Golfo de León (Mediterráneo), en edades más avanzadas 3 y 4
- Conexión entre la pesquería noruega y la de las almadrabas del sur de España.
- Conexión de las pesquerías de almadrabas españolas con otras que capturan atún rojo genitor del Mediterráneo.
- Posible área de invernada de atunes jóvenes en el sur de Marruecos-Canarias.
- La evolución de la migración en el Golfo de Vizcaya pasa por tres amplios períodos :
 - a) Entrada en el Golfo por el sector oeste y noroeste.
 - b) Concentración en el interior del Golfo.
 - c) Salida en dirección norte y noroeste.
- Ausencia de migraciones evidenciadas entre el Mediterráneo y el Atlántico.
- Existencia de migraciones transatlánticas, en sentido este-oeste, en baja proporción (3.5%).

5. CRECIMIENTO

5.1. Material y Métodos

Se han utilizado únicamente para este estudio las recapturas en las que se cono

eran los tamaños de los peces al ser marcados y recapturados, así como la fecha exacta de las mismas. Según esto, y dado que en las publicaciones sobre experiencias de marcado de atún grande sólo se proporcionó el tamaño de los atunes al ser recapturados, se han empleado únicamente las campañas de atunes jóvenes en las que estos datos fueron facilitados, o campañas propias sin publicar. El estrato de tiempo considerado fue de 1 mes y el estudio alcanza hasta la edad 7 (84 meses), pues por encima de esta edad no se obtuvo ninguna recaptura con datos suficientes.

Para establecer la edad de los atunes al ser marcados, se ha supuesto que el nacimiento tiene lugar el 1º de junio. A partir de este dato, y teniendo en cuenta los siguientes rangos de tallas por edades, se calculó la edad en meses.

Edad	Tamaño (cm)
0	- 50
1	52 - 75
2	76 - 93
3	94 - 106
4	107 - 120

Así por ejemplo :

DATOS DE MARCADO			DATOS DE RECAPTURA		
Tamaño (cm)	Fecha	Edad (meses)	Tamaño (cm)	Fecha	Edad (meses)
37	15.11.80	5	58	15.07.81	13
62	15.08.80	14	85	15.09.81	27
82	15.08.80	26	96	15.07.81	37
97	15.08.80	38	110	15.08.81	50
115	31.05.68	47	135	17.10.69	63

Los pares de datos (marcado y recaptura) se ajustaron a una curva teórica (ajuste parabólico) que posteriormente se representó con las de otros estudios de crecimiento, para comparar los resultados.

En todos los casos los puntos correspondientes a cada curva coinciden con el mes en el que se llevó a cabo el estudio.

En los casos que se conocía el peso de los atunes al ser recapturados se transformó en longitud a la horquilla, según la ecuación $P = 0.00004493 L^{2.8079}$ ($r = 0.9965$) efectuada en atunes del Golfo de Vizcaya (Cort, sin publicar).

5.2. Resultados.

Los pares de valores correspondientes a esta sección se presentan en la tabla 4. Estos se ajustaron a una curva parabólica, cuya representación está en la figura 43.

La ecuación de la curva encontrada es : $Y = 18.391050 X^{0.460}$ con un ajuste de $r^2 = 0.967$ para $n = 69$ pares de valores.

Dicha curva alcanza hasta poco menos de los siete años. A partir del cuarto año, las recapturas son escasas (tan sólo 3) y en los dos años consecutivos solamente se produjo una recaptura para cada uno.

La comparación de este resultado con otros estudios efectuados sobre crecimiento de atún rojo por partes duras (vértebras y espinas) se representa en la figura 44. Se ve que hay un criterio bastante homogéneo en los distintos autores hasta la edad 2. A partir de entonces la curva de Rodríguez-Roda parece diferir de las demás.

6. MORTALIDAD

6.1. Material y Métodos.

Debido a la forma en que se dispusieron en el tiempo las recapturas de las distintas experiencias de marcado, sólo se dedujeron coeficientes de mortalidad para las pesquerías de gigantes de Noruega (en 1959 y 1961) y sur de España (1960). En el caso de la pesquería del Golfo de Vizcaya, se obtuvieron coeficientes de mortalidad por pesca los 4 primeros grupos de edad.

En el caso de las pesquerías de atún gigante se aplicó el método simple de regresión lineal de los \ln de las recapturas en función de los años que hubo suficientes para establecer dicha relación. De igual manera se aplicó el método de Robson Seber para estimar la tasa de supervivencia a partir de series de marcas (descrito por : Ricker, 1975).

La tasa de supervivencia en el año i viene determinada por la siguiente fórmula:

$$S_i = \frac{R_i M_{i+1} (T_{i+1} - R_{i+1})}{R_{i+1} M_i T_i}$$

La tasa de explotación se define así :

$$u_i = \frac{m_i R_i}{T_i M_i}$$

Los términos de la ecuación se obtienen de las siguientes configuraciones :

Recapturas comunicadas en el año :

Año	Nº de peces marcados	1	2	3	4	Totales
1	M ₁	R ₁₁	R ₁₂	R ₁₃	R ₁₄	R ₁
2	M ₂	.....	R ₂₂	R ₂₃	R ₂₄	R ₂
3	M ₃	.....	.....	R ₃₃	R ₃₄	R ₃
Totales	.....	m ₁	m ₂	m ₃	m ₄	.....

Posteriormente otro esquema se hace efectuando sumas acumulativas de las recapturas de la tabla anterior en el sentido derecha izquierda.

Quedando por lo tanto :

Recapturas acumuladas :

Año de marcado	1	2	3	4
1	b ₁₁	b ₁₂	b ₁₃	b ₁₄
2	.....	b ₂₂	b ₂₃	b ₂₄
3	.....	.....	b ₃₃	b ₃₄
Totales	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄

El valor de la mortalidad natural (M) fue de 0.18 (Rodríguez-Roda, 1978).

Utilizando recapturas de atunes de clases de edad 1 y 2 de las experiencias de marcado en el Golfo de Vizcaya, se han estimado las abundancias aparentes de las cohortes 1977, 1978 y 1979 (a la edad 1) en el Golfo de Vizcaya por el método simple de Petersen, que relaciona el número de peces marcados por una parte de la población en un determinado instante, y la posterior recaptura de éstos entre la captura total (Ricker, 1975).

Puesto que las capturas efectuadas para cada clase de edad son conocidas, se aplicó posteriormente el método general de análisis de cohortes.

Este método permite que conocida la abundancia de la clase de edad (Ni), la mortalidad natural (Mi) y la captura sobre dicha clase de edad (Ci), se puede estimar la Fi 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 Fi obtenido se ha empleado posteriormente para el cálculo de la siguiente abundancia en la clase de edad siguiente (Ni - 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 fórmulas, se han ido calculando los parámetros Fi + 1, Ni + 2, Fi + 2, ... para las cohortes de 1977, 78 y 79 a su paso por el Golfo de Vizcaya. Este método ha sido utilizado por los autores en distintas ocasiones (Cort-Rey, 1983; Rey-Cort, 1984).

En consecuencia se han obtenido unos vectores de mortalidad por clase de edad.

El valor de mortalidad natural fue M = 0.14.

6.2. Resultados.

Con las series de recapturas de ciertos años se estimaron los valores de mortalidad. Estos, en el caso de la pesquería de atunes gigantes de Noruega y Sur de España. fueron :

Año	Pesquería	Z		Z		
		(Método ln)	F	(Mét. Robson Seber)	F	S
1959	Noruega	0.46	0.28	0.20	0.02	0.22
1960	S. España	0.46	0.28	---	---	---
1961	Noruega	0.40	0.22	---	---	---
1961	S. España	---	---	0.37	0.19	0.17

En el caso de emplear el método de la regresión lineal, los valores de mortalidad parece que eran semejantes para las pesquerías de atún gigante a finales de la década de 1950, aunque estos valores sean inferiores a los estimados por Rodríguez-Roda (1983) siguiendo el método de la curva de captura para el período 1963-1975 (Z = 0.69 ; F = 0.51).

Aunque sólo pudo emplearse en dos ocasiones (1959 y 1961), por el método de

Robson-Seber se obtienen valores de mortalidad sensiblemente inferiores, en el caso de la pesquería noruega, mientras que éstos en el S. de España se mantiene generalmente en el mismo orden de magnitud.

Respecto a la pesquería de jóvenes del Golfo de Vizcaya los valores experimentales de F obtenidos para las distintas clases de edad a partir de campañas de marcado se representan en la figura 45 y en la tabla a continuación.

Cohorte	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	Experiencia de Marcado en el Golfo de Vizcaya. (Año).
1977	0.34	0.053	0.055	0.0087	0.0070	1978
1978	0.10	0.060	0.0070	0.0060	0.0014	1979
1979	0.08	0.040	0.0103	0.0029	---	1980
\bar{X}	0.17	0.051	0.024	0.0059	0.0042	

Los vectores nos muestran una variabilidad grande de mortalidad por pesca (F) para los atunes de edad 1 en el Golfo de Vizcaya y menor para el resto de los grupos, observándose una clara convergencia a partir de la clase de edad 2.

Como se ha mencionado en otras ocasiones la clase de edad 1 en el Golfo de Vizcaya se ve sometida a una mayor presión pesquera debido a que los bancos de éstos se encuentran a finales de temporada (septiembre-octubre) en las mismas áreas de pesca que el atún blanco (*Thunnus alalunga*) cuya flota dedicada a su captura es 20 veces más numerosa que la exclusivamente dedicada al atún rojo.

BIBLIOGRAFIA

- ALONCLE, H., 1972. Marquage de thons rouges dans le Golfe de Gascogne. ICCAT. Colec. Doc. Cient. núm. 1.
- ARENA, P. et LI GRECI, F., 1970. Marquage de thonides en mer Tyrrhenienne. -- Journées ichtyol., pp. 115-119. Rome C.I.E.S.M.
- BARD, F.X., KUME, S., ANTOINE, L., 1982. Données préliminaires sur la croissance, les migrations et la mortalité du listao (*Katsuwonus pelamis*) en Atlantique Est, obtenus a partir du marquage. ICCAT. SCRS/82/60.
- BRETHES, J.C., 1978. Campagne de marquage de jeunes thons rouges au large des côtes du Maroc. ICCAT. Colec. Doc. Cient. Vol. 7 (2) pp. 313-317.
- BRETHES, J.C., 1979. Sur les premières recuperations des thons rouges marqués en juillet 1977 au large du Maroc. ICCAT Colec. Doc. Cient. Vol. 8 (2) pp. 367-369.
- C.I.E.S.M., 1972. Rapport d'activités.
- CORT, J.L. y REY, J.C., 1983. Análisis de la pesquería de atunes rojos (*Thunnus thynnus*) jóvenes del Atlántico Este y comentarios acerca de la estructura del stock ICCAT. Colec. Doc. Cient. Vol. 18.
- CORT, J.L. y REY, J.C., 1984. Distribución geográfica de atún rojo (*Thunnus thynnus*, L.) juvenil del Atlántico Este, Mediterráneo Occidental y Adriático. ICCAT. Colec. Doc. Cient. Vol. 20 (2).
- FARRUGIO, H., 1980. Age et croissance du thon rouge (*Thunnus thynnus*) dans la pêche française de surface en Méditerranée. ICCAT. Colec. Doc. Cient. Vol. 9 (2).
- HAMRE, J., 1964. Observations on the depth range of tagged bluefin tuna based on pressure marks on the Lea tags. ICES. Scombriform Fish Committee (151); p. 5.
- HELDT, H., 1927. Le thon rouge (*Thunnus thynnus*, L.). Mise a jour de nos connaissances sur le sujet. Bull. St. Oceanogr. Salambó, n. 7.
- LAMBOEUF, M., 1975. Contribution à la connaissance des migrations des jeunes thons rouges à partir du Maroc. ICCAT. Colec. Doc. Cient., Vol. 4.

MATHER III, F.J., MASON Jr., J.M., 1973. Recent information on tagging and tag returns for tunas and billfishes in the Atlantic Ocean. ICCAT. Colec. Doc. Cient., vol. 1 (pp. : 501-531).

REY, J.C. y CORT, J.L., 1978. Resultado de la campaña de marcado de atún rojo (Thunnus thynnus, (L.)), juvenil en la costa mediterránea española. - ICCAT. Rec. Doc. Scient. Vol. 7 núm. 2.

REY, J.C. y CORT, J.L., 1984. Reclutamiento de atún rojo (Thunnus thynnus, L.), juvenil (clase de edad 0) en las pesquerías del Atlántico Este. ICCAT. SCRS/84/

RICKER, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. S. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 191 : 382 p.

RODRIGUEZ-RODA, J., 1964. Biología del atún, Thunnus thynnus (L.) de la costa -- sudatlántica de España. In. Pesq., 25 : 33-146.

RODRIGUEZ RODA, J., 1969. Resultados de nuestras marcaciones de atunes en el Golfo de Cádiz durante los años 1960 a 1967. Publ. Tec. Junta Estud. Pesca, n. 8.

RODRIGUEZ-RODA, J., 1978. Rendimiento de las almadrabas del sur de España - durante los años 1962 a 1977, en la pesca del atún Thunnus thynnus - (L.) Inv. Pesq., 42 (2) : 443-454.

RODRIGUEZ-RODA, J. 1980. Nuevas rutas en las migraciones transatlánticas del atún. IBERICA. Actualidad científica, n., 207.

RODRIGUEZ-RODA, J., 1983. Evolución de la pesquería del atún, Thunnus thynnus, (L.), del Golfo de Cádiz durante los años 1980 a 1982. Inv. Pesq. 47 (2) pp. 253-262.

VILELA, H., 1960. Estudios sobre a biología dos atuns do Algarve. Bol. de Pesca, - n., 69.

AÑOS	MARCADO	NO TOTAL DE RECAPTURAS	MARCADO Y RECAPTURAS ATLANTICO				ESTE MEDIT	MIGRACION TRANS ATLANTICA. RE-CAPTURADOS AL	
			0	1	2	3	FECHA DESCONOC.	1 AÑO.	2
1911	10 (I)	0							
1912	20 (I)	0							
1931-35	107 (P)	3(7)					3		
1957	22 (N)	0							
1958	18 (N)	4(N)		4(N)					
1959	42 (N)	10(N)	5(N)	3(N)	2(N)				
1960	62(N) + 37(E) + 50(P)	6(N) 9(E)	1(N) 5(E)*	4(N) 2(E)	1(N) 2(E)				
1961	80(N) + 100(E)	5(N) 5(E)	3(N) 4(E)	2(N) 1(E)					
1962	13(N) + 51 (E)	3(E)	3(E)						
1963	24(E) + 26(I)	1(I)			1(I)				
1964	-	-							
1965	50(E) + 58(I)	1(E)	1(E)						
1966	-	-							
1967	50(E) + 204(I) + 2(F)	1(E) 4(I)	1(E) 4(I)						
1968	38(P+F) + 8(I) + 1(F)	1(I) 2(P+F)	1(P+F)	1(I)				1(P+F) 1(P+F)	
1969	15(P+F)	-							
1970	1 (F)	-							
1971	-	-							
1972	44(M) + 15(F) + 8(CIESM)	9(M) 17	5(M)	4(M)					
1973	18 (M)	2(M)	2(M)						
1974	-	-							
1975	-	-							
1976	3 (E)	0							
1977	121(M) + 3(E _m) + 10(E)	9(M)	6(M)	2(M)			1(M)		
1978	170(E) + 2(E _m) + 12(M)	1(M) 43(E) 13(E)	1(M) 34(E) 1(E)	2(E) 11(E)	3(E)		3(E)	1(E) 1(E)	
1979	101(E)								
1980	302(E) + 8(E _m)	29(E) 1(E)	1(E) 17(E)	7(E) 4(E)	1(E) 7(E)*	X(E)		1(E)	2(E)
1981	293(E)	12(E)	4(E)	7(E)*	1(E)*				
1982	395(E)	12(E)	5(E)	6(E)				1(E)	
1983	370(E) + 333(E _m)	3(E) 39(E _m)	3(E) 39(E _m)						

I = ITALIA
 P = PORTUGAL
 N = NORUEGA
 E = ESPAÑA (ATLANTICO)
 F = FRANCIA
 E_m = ESPAÑA (MEDITERRANEO)
 M = MARRUECOS

* = (CADA ASTERISCO CORRESPONDE A UNA RECAPTURA EN EL MEDITERRANEO)

TABLA 1

MIGRACIONES TRANSATLANTICAS

FECHA MARCADO	MARCADO	SITUACION	RECAPTURA	DIAS EN LIBERTAD	DISTANCIA (en millas)
23.08.1968	44°14'N	9°30'W	40°28'N	319	-
26.09.1969	44°00'N	5°05'W	40°00'N	298	-
30.08.1978	43°00'N	2°00'W	42°18'N	502	2.599
13.09.1979	44°20'N	2°40'W	43°00'N	347	2.888
4.08.1980	43°55'N	3°03'W	39°40'N	371	3.163
17.08.1980	43°40'N	3°15'W	40°36'N	726	3.079
17.08.1980	43°40'N	3°15'W	39°40'N	383	3.153
13.08.1982	44°30'N	2°25'W	41°30'N	389	3.106

TABLA 3

TABLA 2. - Programas de marcado de atún rojo en el Atlántico Este y Mediterráneo.

País organizador (año).	Atunes marcados	Total recapturas	%	Recapturas dudosas (?)	Migración Atlántico-Mediterran.	Migración Transatlántica.
Italia (1911-1912).	30	---	---	---	---	---
Portugal (1931-1935)	107	---	---	3	---	---
Noruega (1957-1962)	237	25	10.5	---	---	---
España (1960-1967) (Atl.)	312	21	6.7	---	6	---
Portugal (1960)	50	---	---	---	---	---
Italia (1963-1968)	296	6	2	---	---	---
Francia/Portugal (1967-1972).	34	5	14.7	---	---	2
CIESM (1972)	8	---	---	---	---	---
Marruecos (1972-1978)	195	21	10.8	---	---	---
España (1976-1983) (Atl.)	1644	112	6.8	---	2	6
España (1977-1983) (Medit.)	346	39	11.7	---	---	---
TOTAL	3259	229	7	3	8	8

El % de peces marcados por cada país u organización respecto al total es el siguiente :

España	70.6	Marruecos	6	CIESM	0.2
Italia	10	Portugal	5		
Noruega	7.2	Francia-Portugal	1		

AÑO	LONG. MARCADO	LONG. RECAPT.	INCR. LONG. (mm)	TIEMPO (DÍAS)
1978 Nº MARCAS = 9	780 mm	1040 mm	260	502
	820	1050	230	492
	830	980	150	371
	640	650	10	11
	620	660	40	62
	620	660	40	62
	640	930	290	695
	610	640	30	12
	610	630	20	126
	1979 Nº MARCAS = 10	1010 mm	1140 mm	110	347
790		800	10	153
850		880	30	325
850		900	50	340
650		790	140	388
850		960	110	325
830		880	50	332
720		850	130	404
620		830	210	325
700		800	100	340
1980 Nº MARCAS = 21	620 mm	680 mm	60	90
	600	640	40	45
	600	900	300	687
	600	750	150	358
	650	670	20	26
	600	670	70	31
	600	950	350	676
	600	810	10	33
	600	613	13	24
	600	640	40	24
	600	670	70	24
	800	1010	210	340
	880	890	10	50
	1150	1500	350	973
	620	650	30	22
	600	820	220	381
	810	840	30	37
	800	991	191	371
	580	820	240	395
	600	1120	520	726
840	930	90	383	
1981 Nº MARCAS = 6	810 mm	1150 mm	340	378
	880	910	50	162
	780	930	150	401
	870	1000	130	352
	780	960	180	357
	750	920	170	411
1982 Nº MARCAS = 9	600 mm	880 mm	280	374
	600	860	260	382
	600	830	230	372
	600	830	230	367
	600	900	300	415
	640	690	50	88
	600	880	280	401
	600	940	340	389
	600	700	100	88
1983 CANTABRICO Nº MARCAS = 3	620 mm	690 mm	70	81
	890	900	10	35
	500	669	69	69
1983 MEDITERRANEO Nº MARCAS = 10	370 mm	370 mm	0	30
	400	400	0	30
	400	400	0	-
	340	340	0	-
	340	340	0	-
	380	380	0	-
	400	400	0	-
	410	410	0	-
	420	420	0	-
	410	410	0	-
1968 Mediterráneo nº marcas = 1	1150	1350	200	501

TABLA 4.- Datos de crecimiento utilizados en este capítulo.

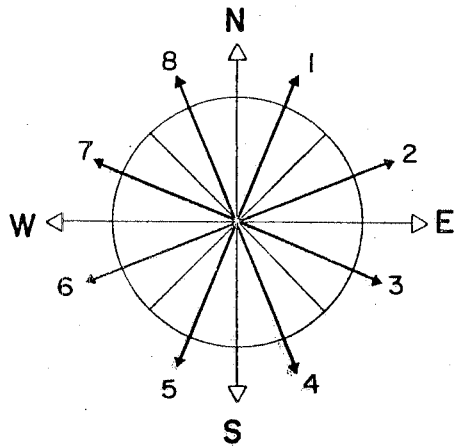


FIGURA 1.- Roseta de migracion utilizada.
Cada flecha indica la direccion seguida por los desplazamientos del sector correspondiente, el grosor y longitud es proporcional al numero de peces y a la distancia recorrida respectivamente.

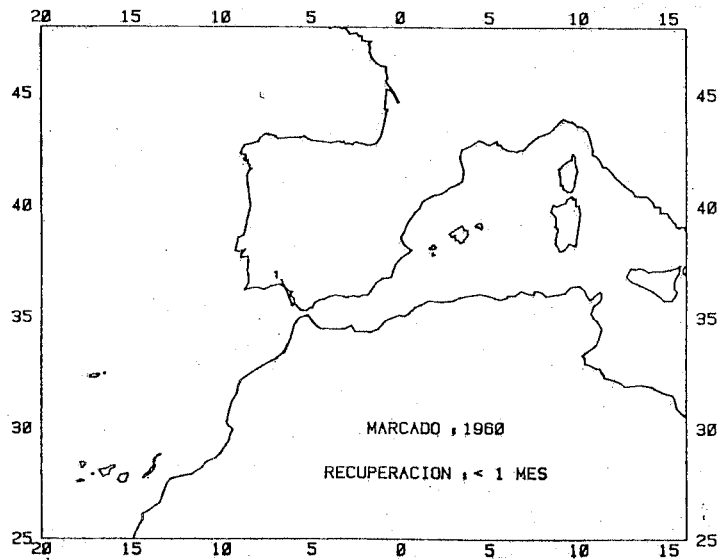


FIGURA 2

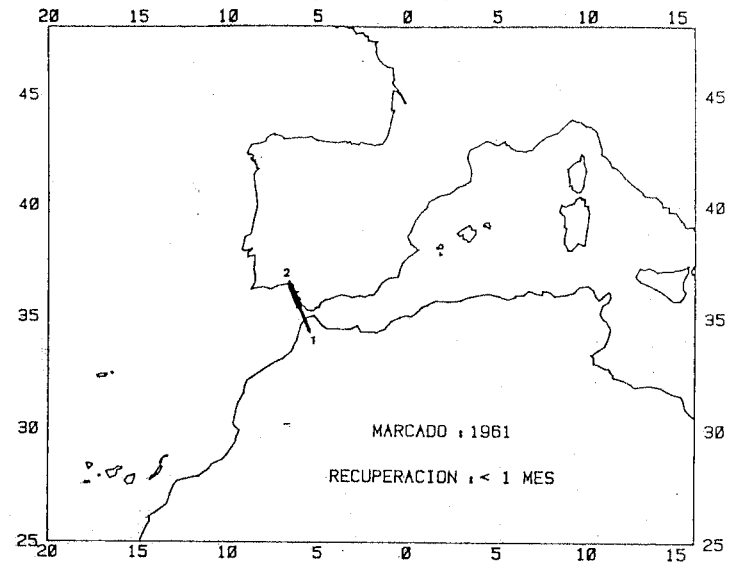


FIGURA 3

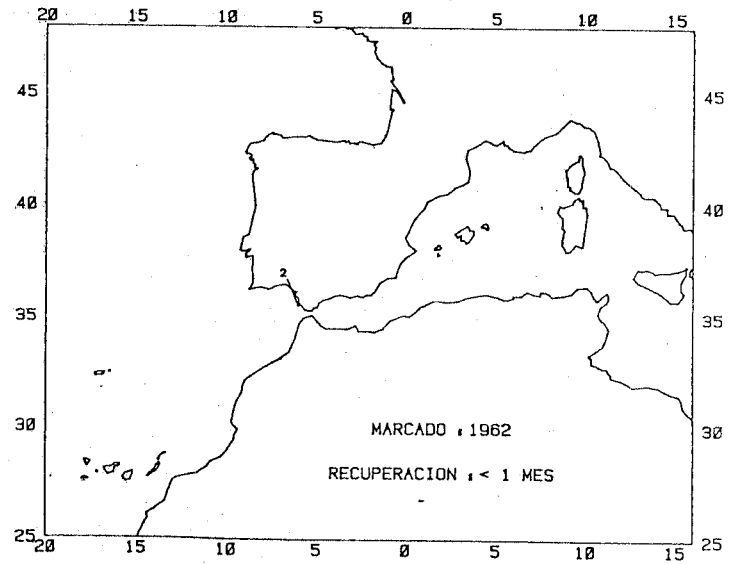


FIGURA 4

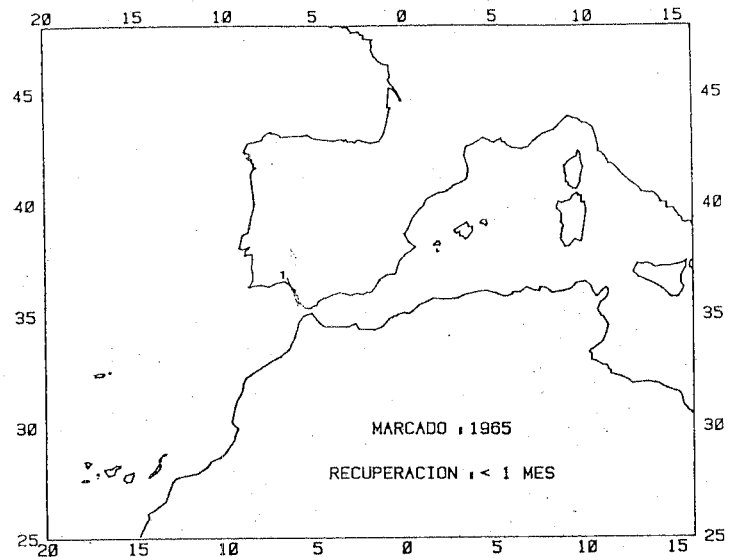


FIGURA 5

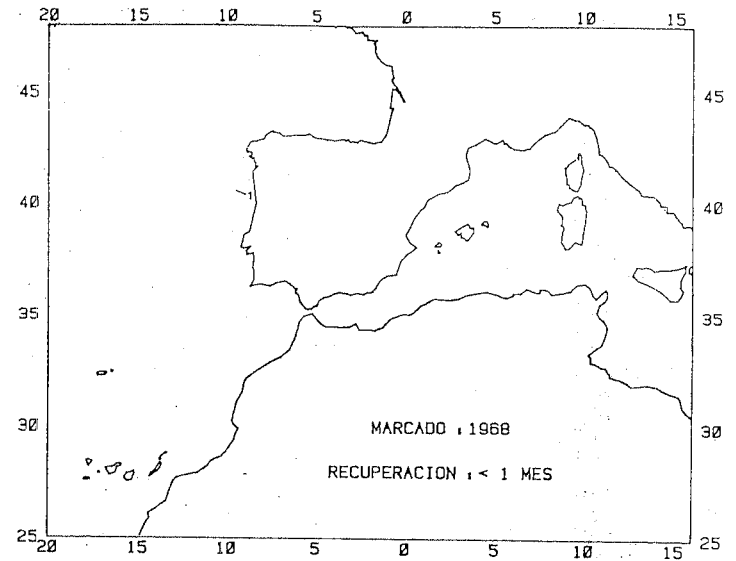


FIGURA 7

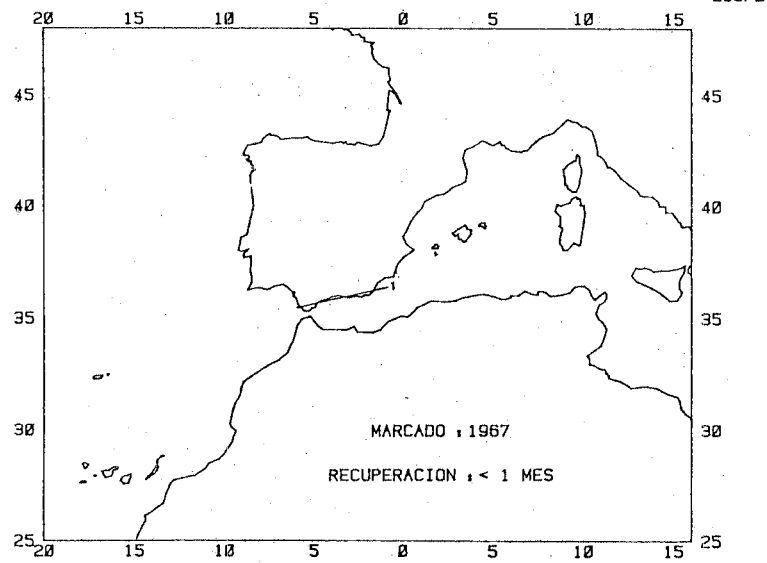


FIGURA 6

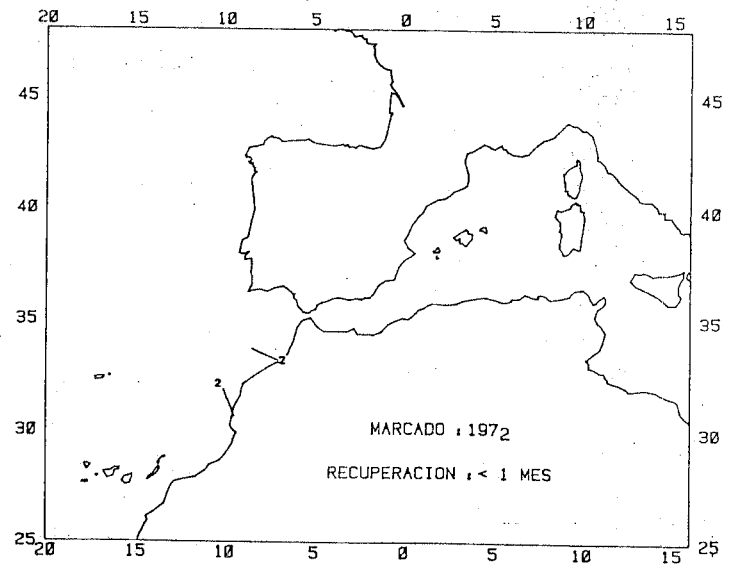


FIGURA 8

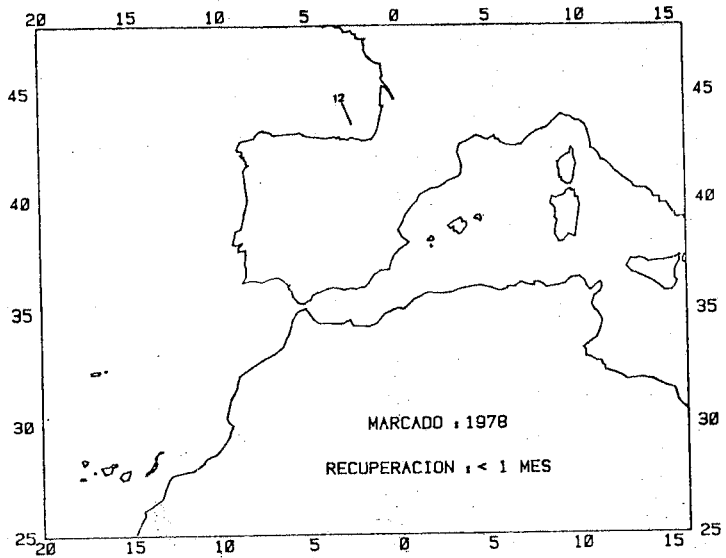


FIGURA 9

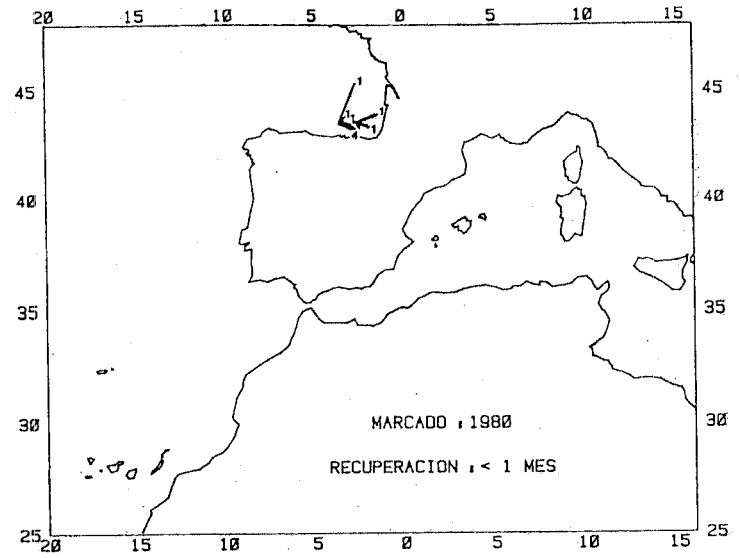


FIGURA 11

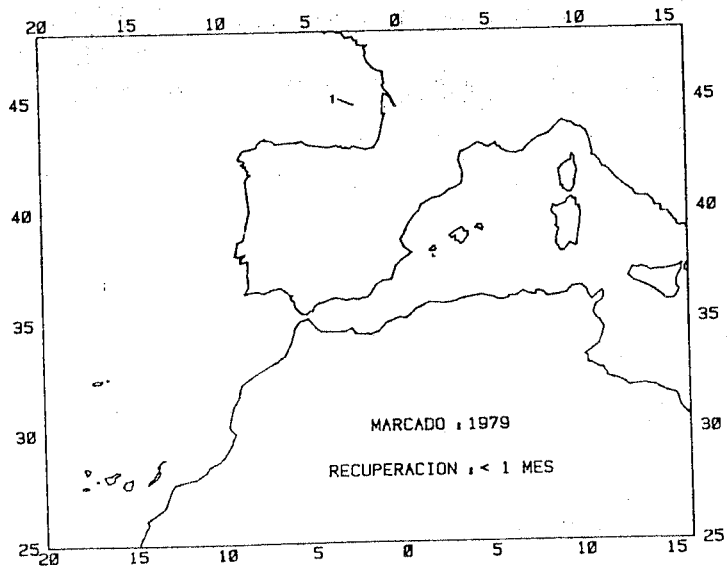


FIGURA 10

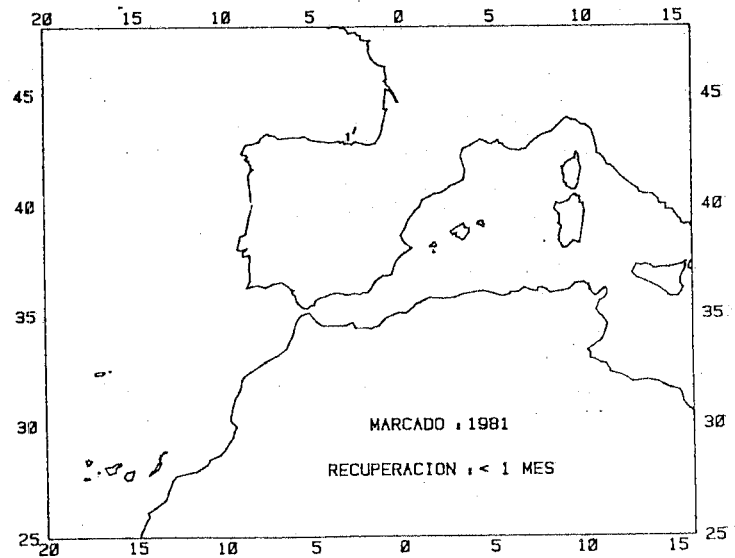


FIGURA 12

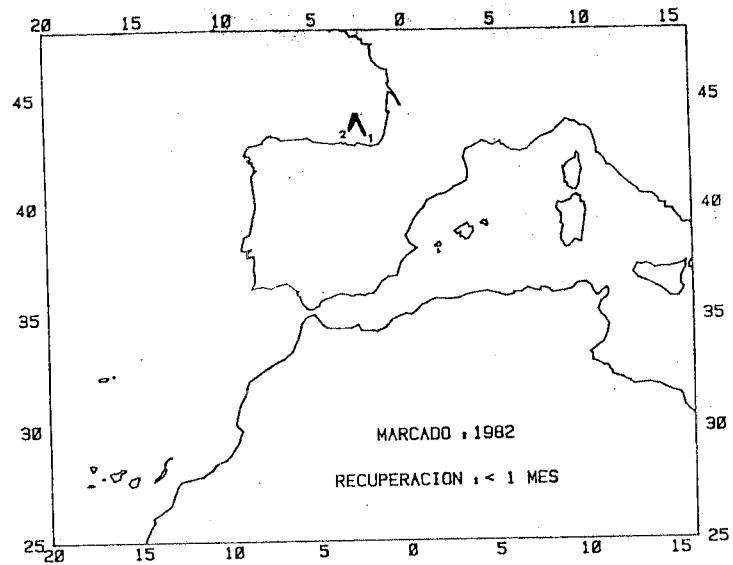


FIGURA 13

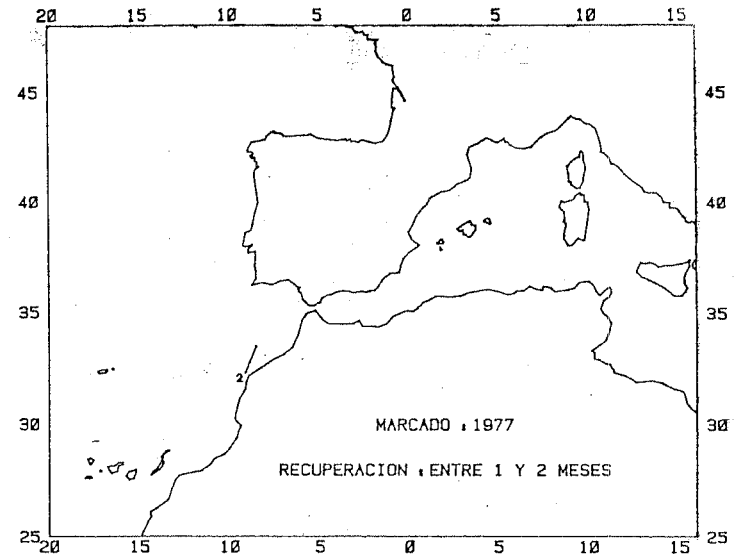


FIGURA 15

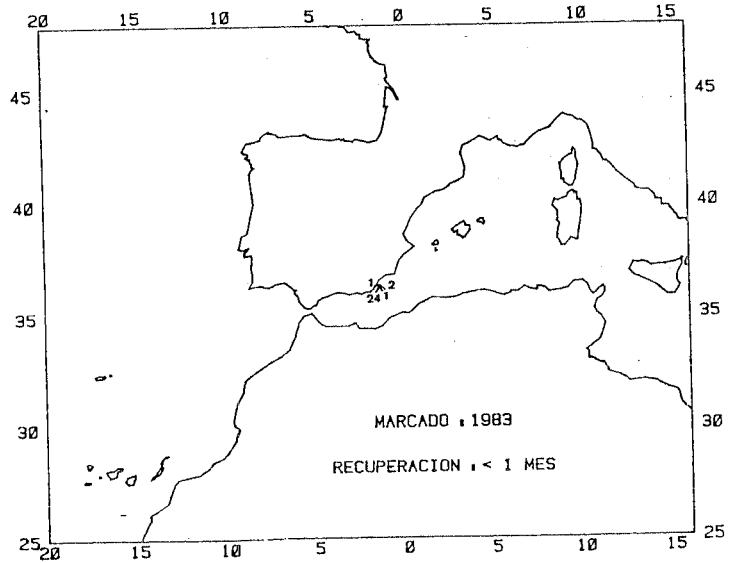


FIGURA 14

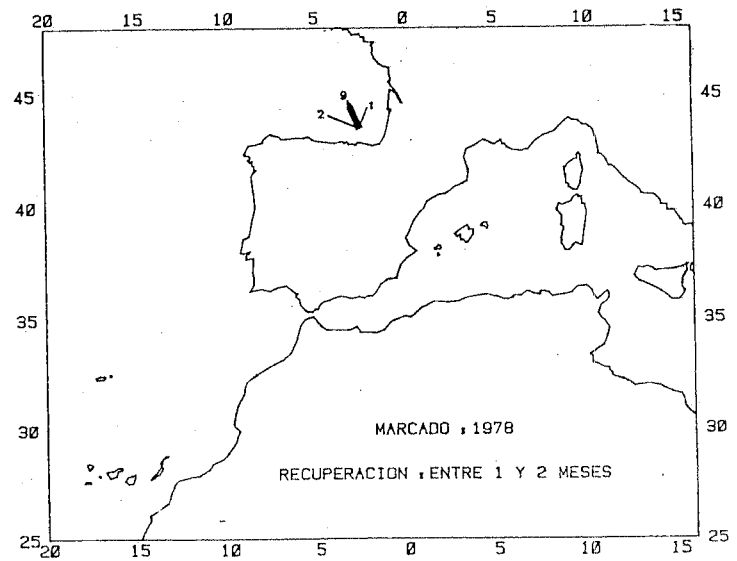


FIGURA 16

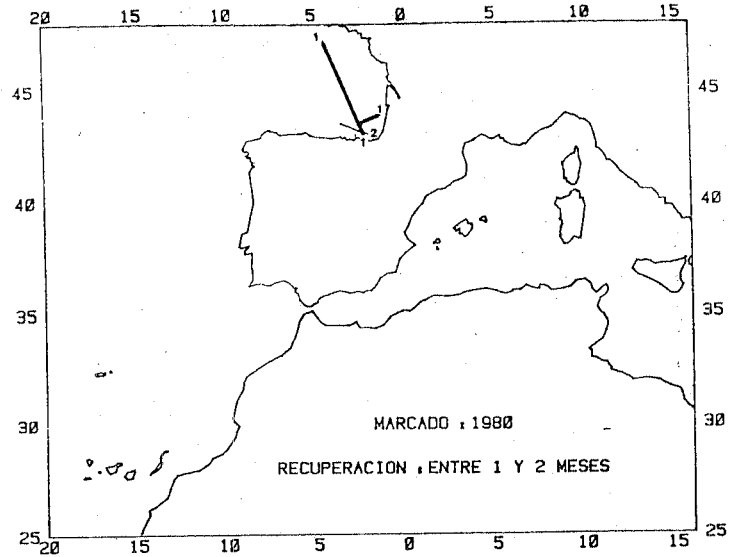


FIGURA 17

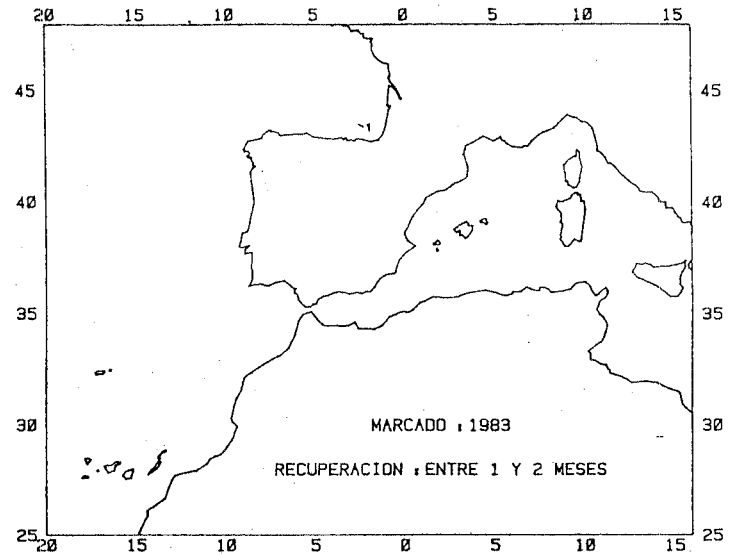


FIGURA 19

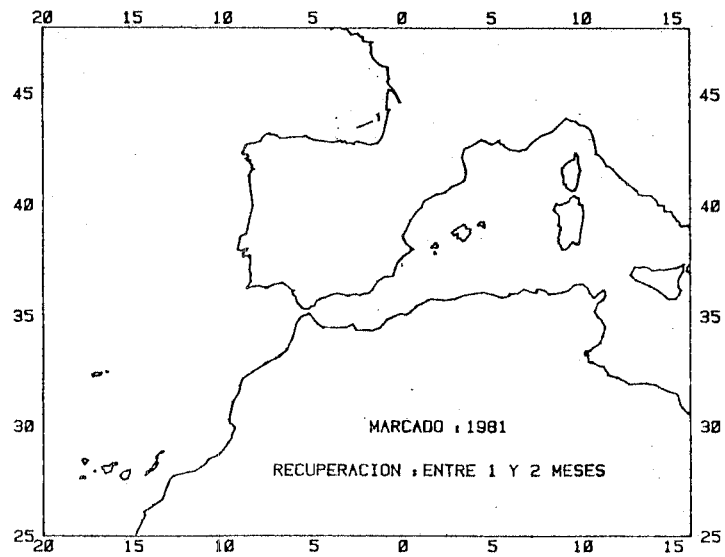


FIGURA 18

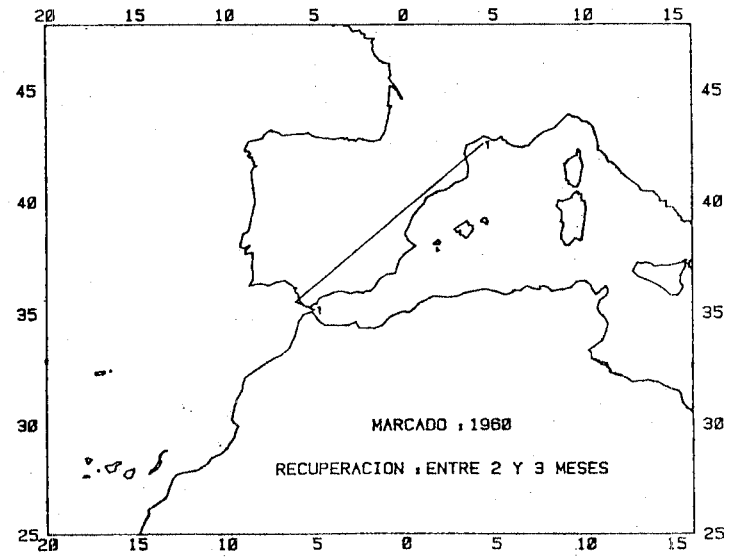


FIGURA 20

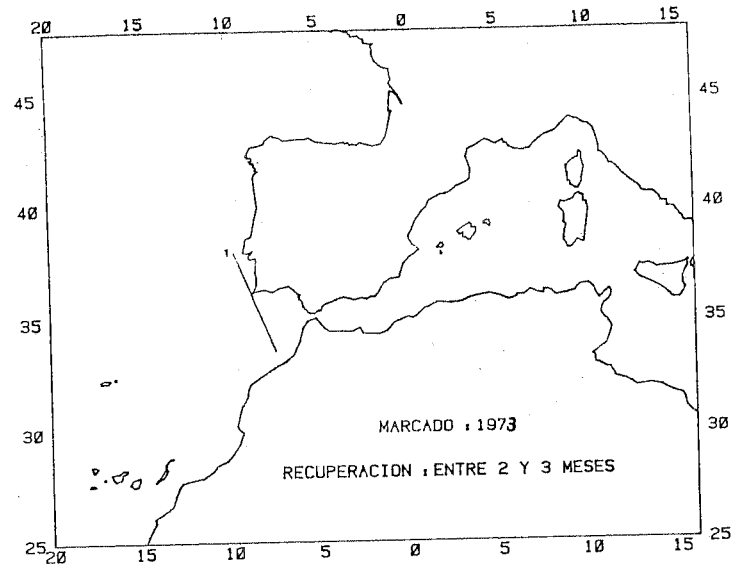


FIGURA 21

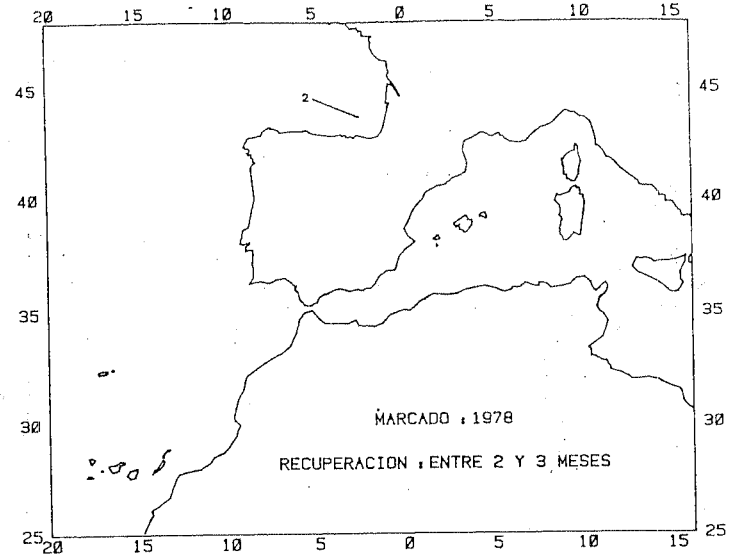


FIGURA 23

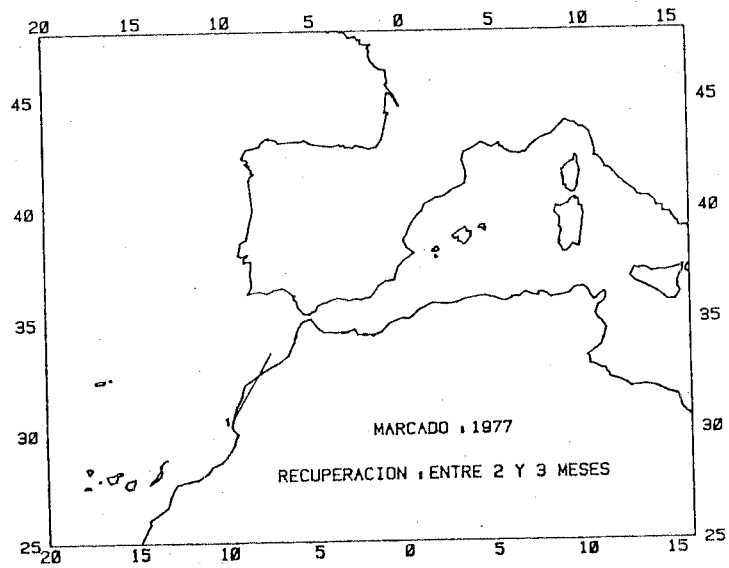


FIGURA 22

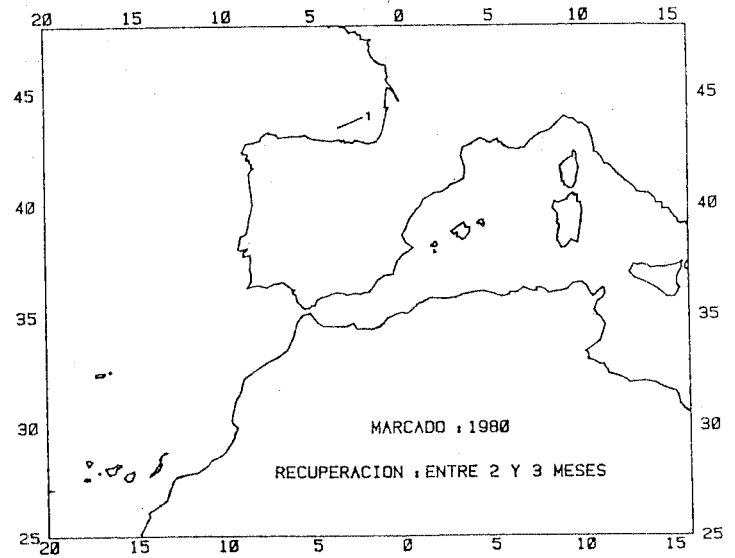


FIGURA 24

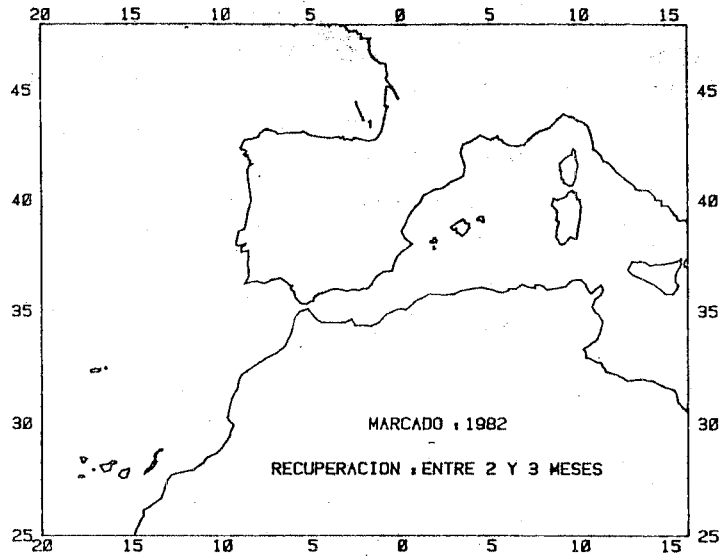


FIGURA 25

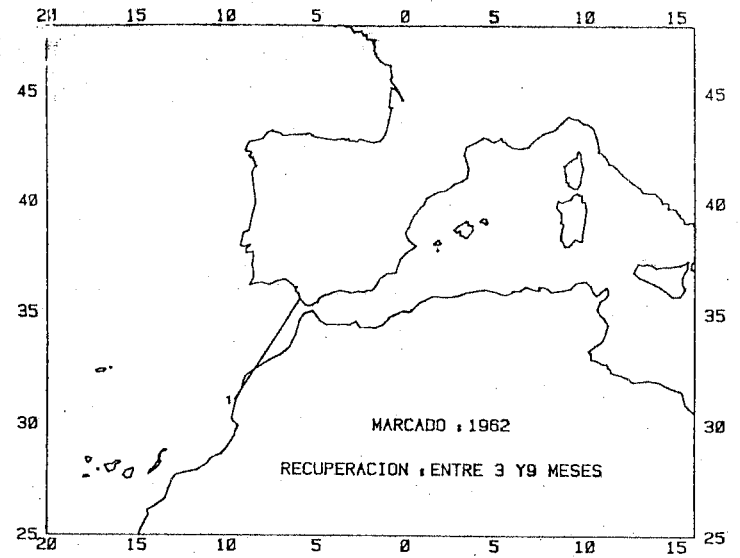


FIGURA 27

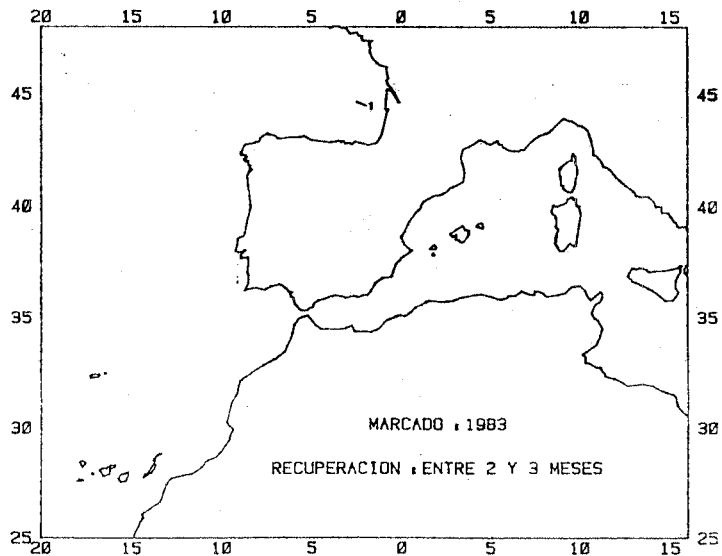


FIGURA 26

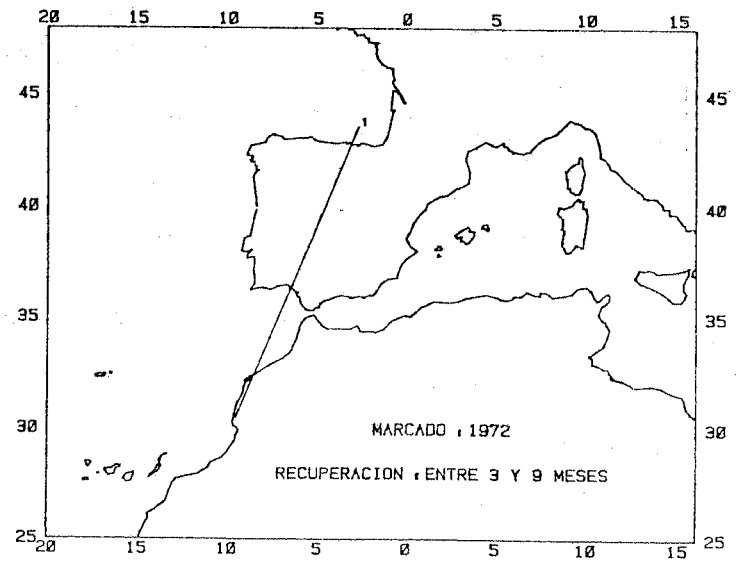


FIGURA 28

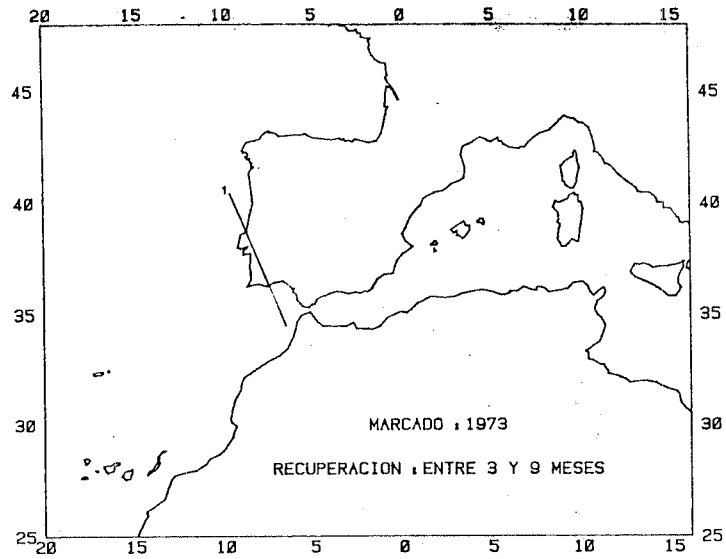


FIGURA 29

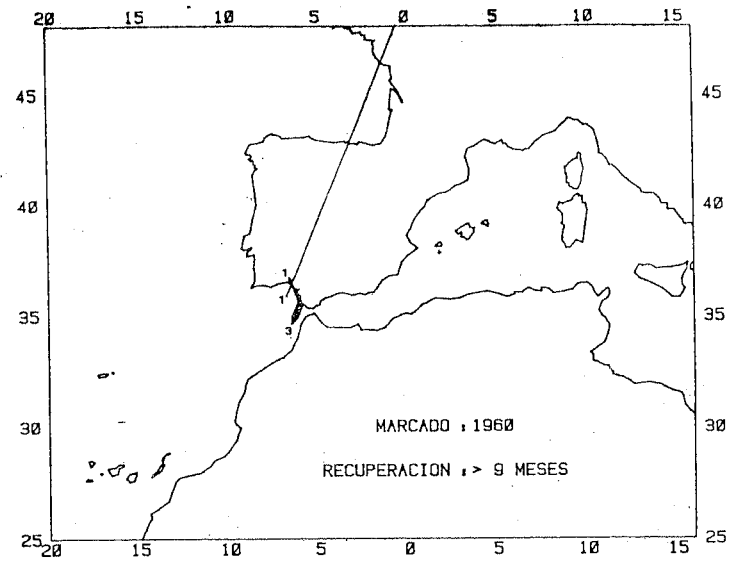


FIGURA 31

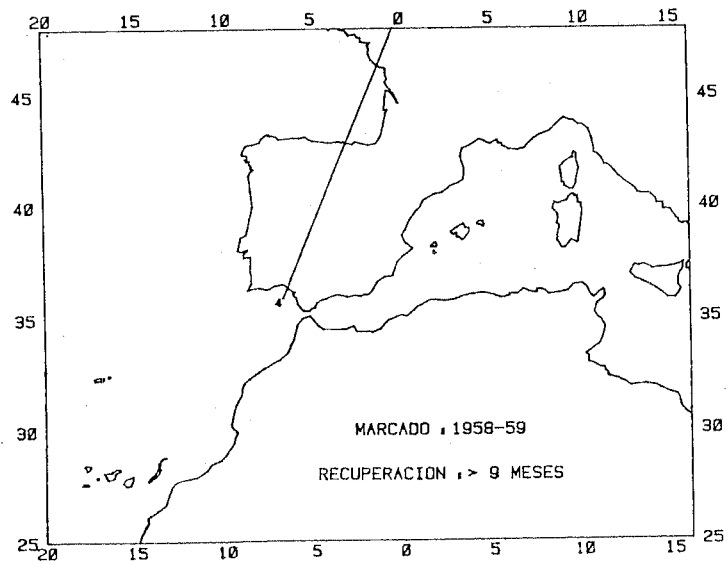


FIGURA 30

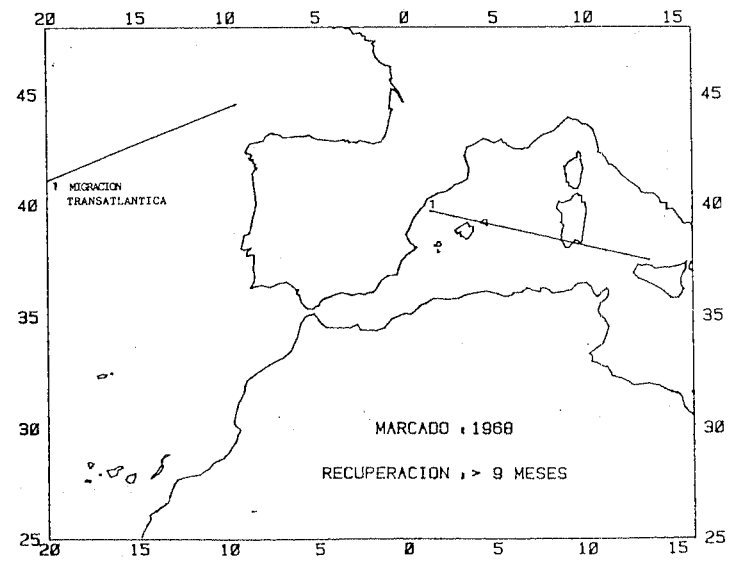


FIGURA 32

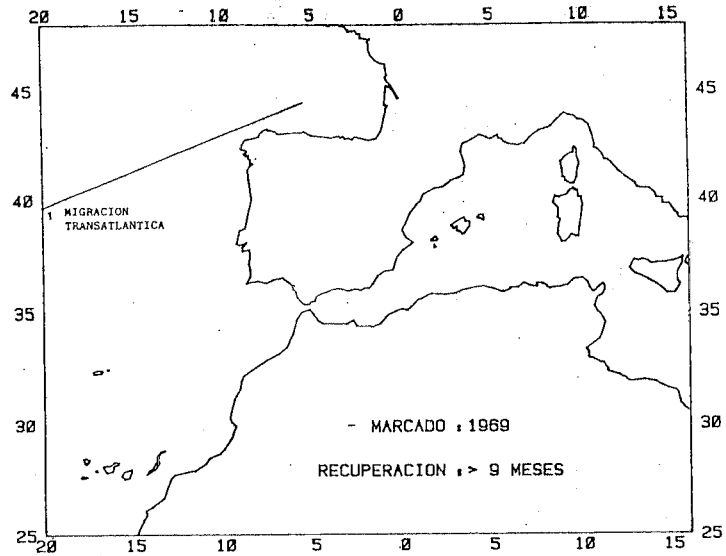


FIGURA 33

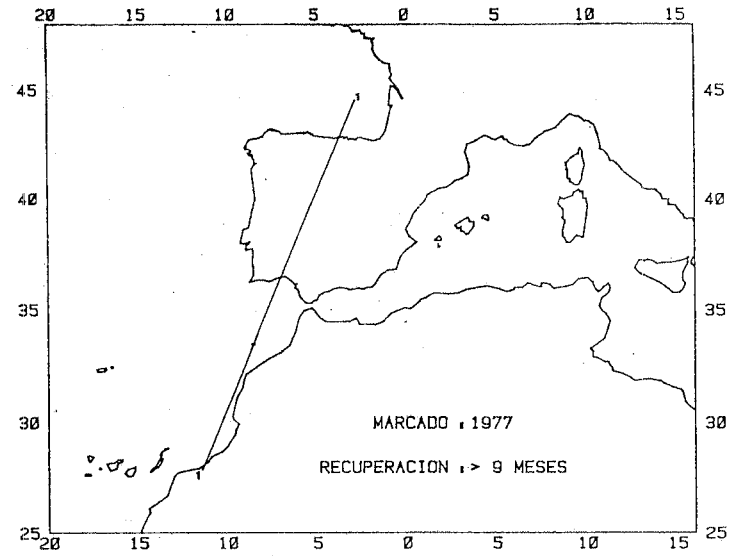


FIGURA 35

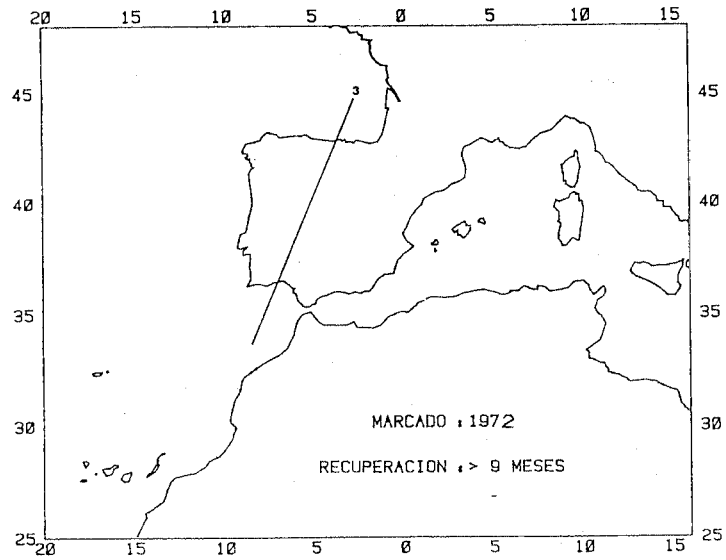


FIGURA 34

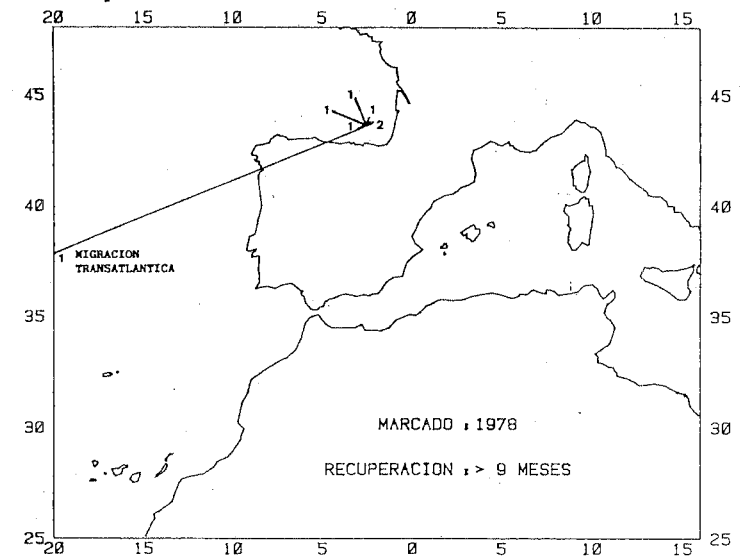


FIGURA 36

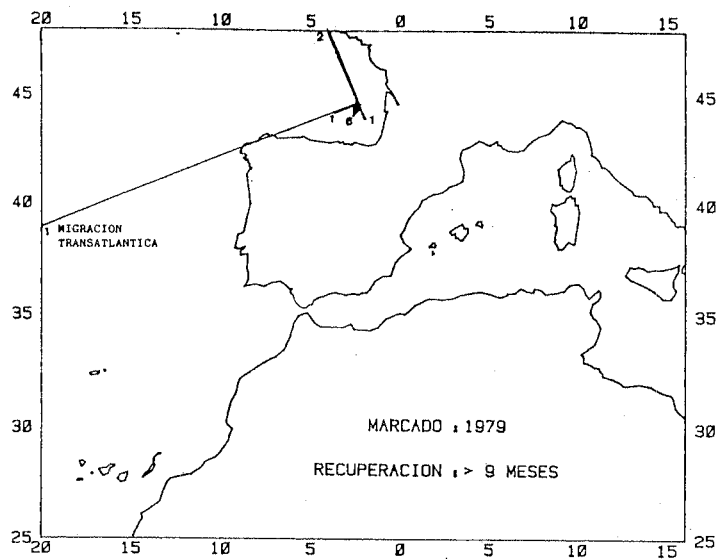


FIGURA 37

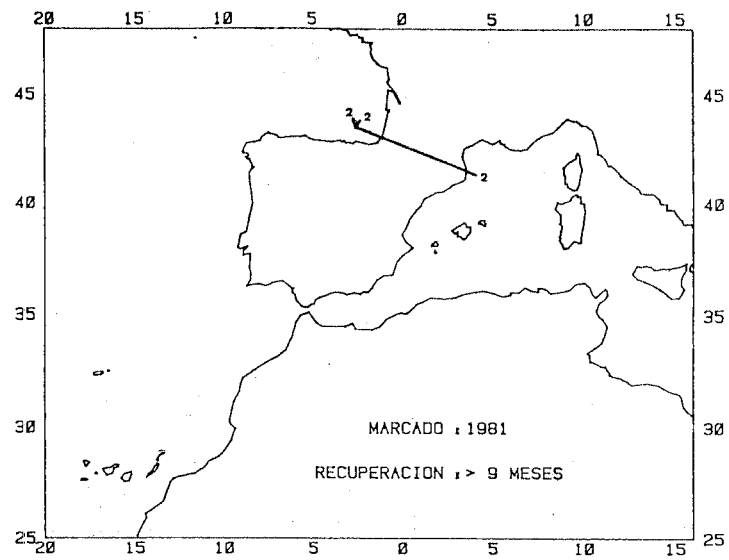


FIGURA 39

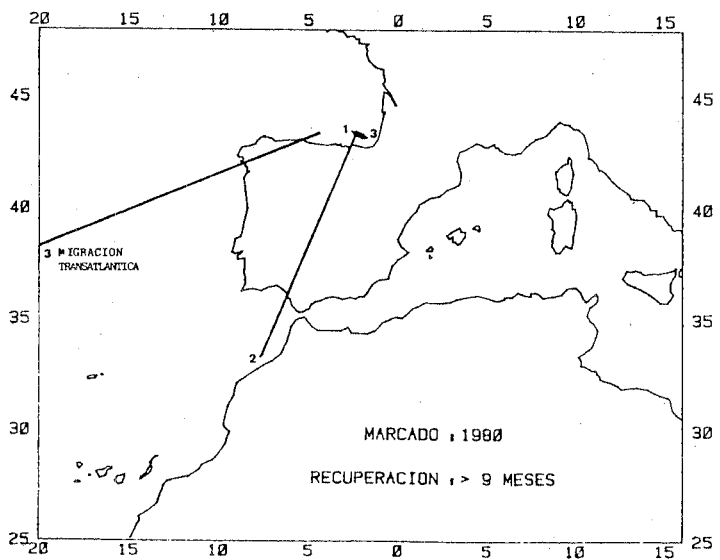


FIGURA 38

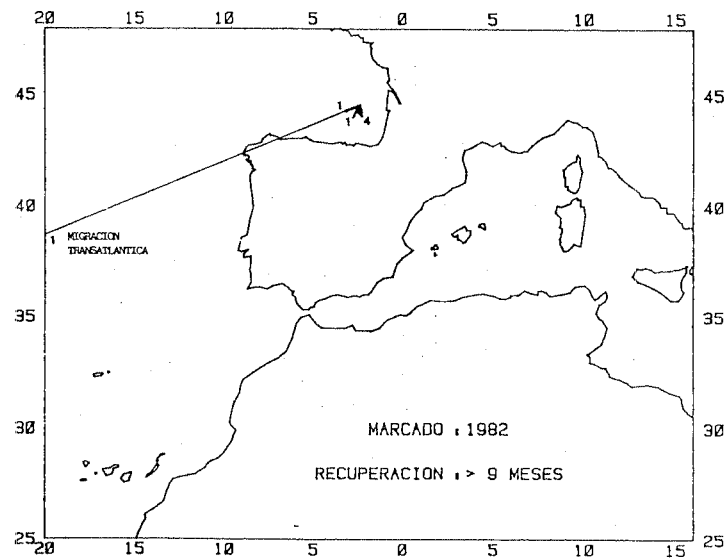


FIGURA 40

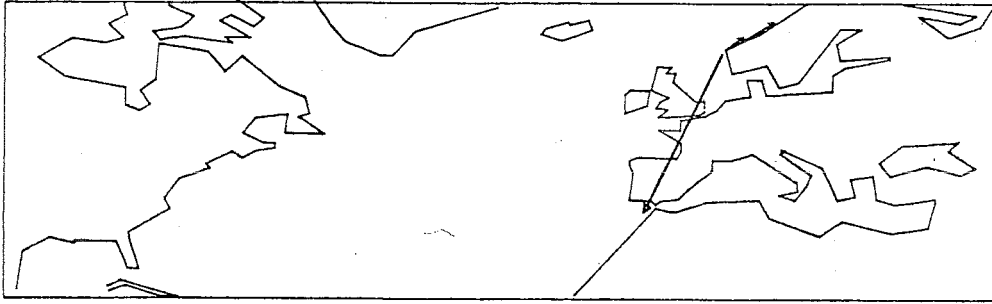


FIGURA 41 .- ESQUEMA DE MIGRACION DEDUCIDAS A PARTIR DE LAS EXPERIENCIAS DE MERCADO DE NORUEGA=

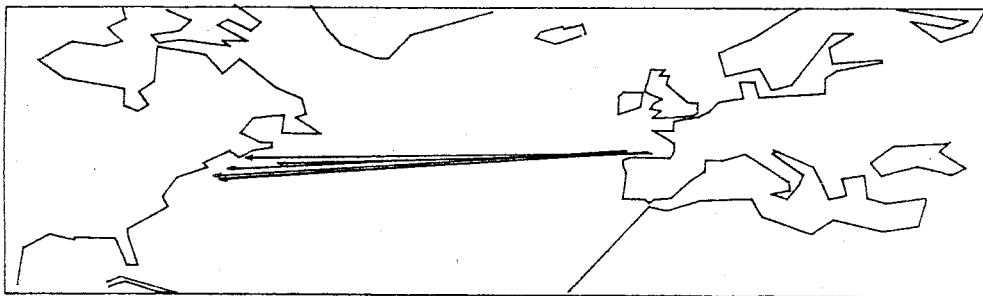


FIGURA 42 .- ESQUEMA DE LAS MIGRACIONES TRANSATLANTICAS DEL ESTE AL OESTE DEL ATLANTICO DE ATUNES JOVENES= (ver tabla 3).

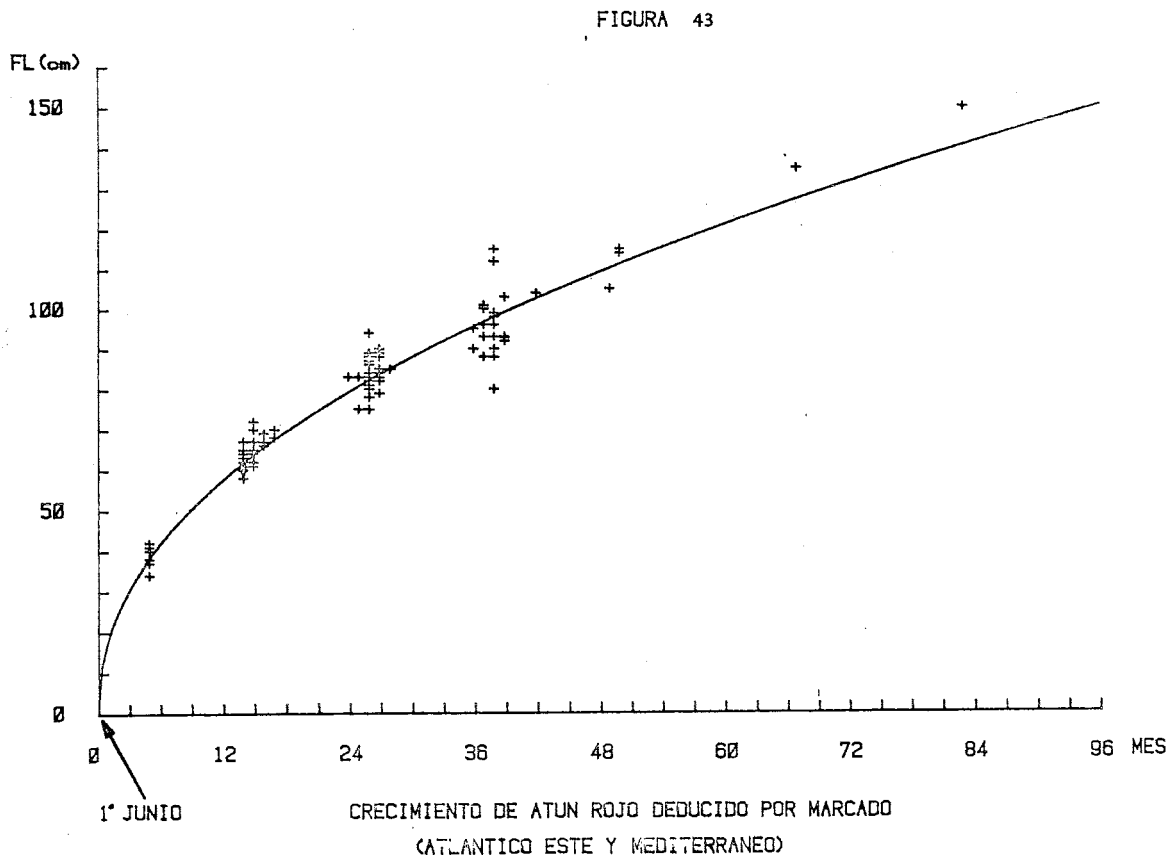


FIGURA 44

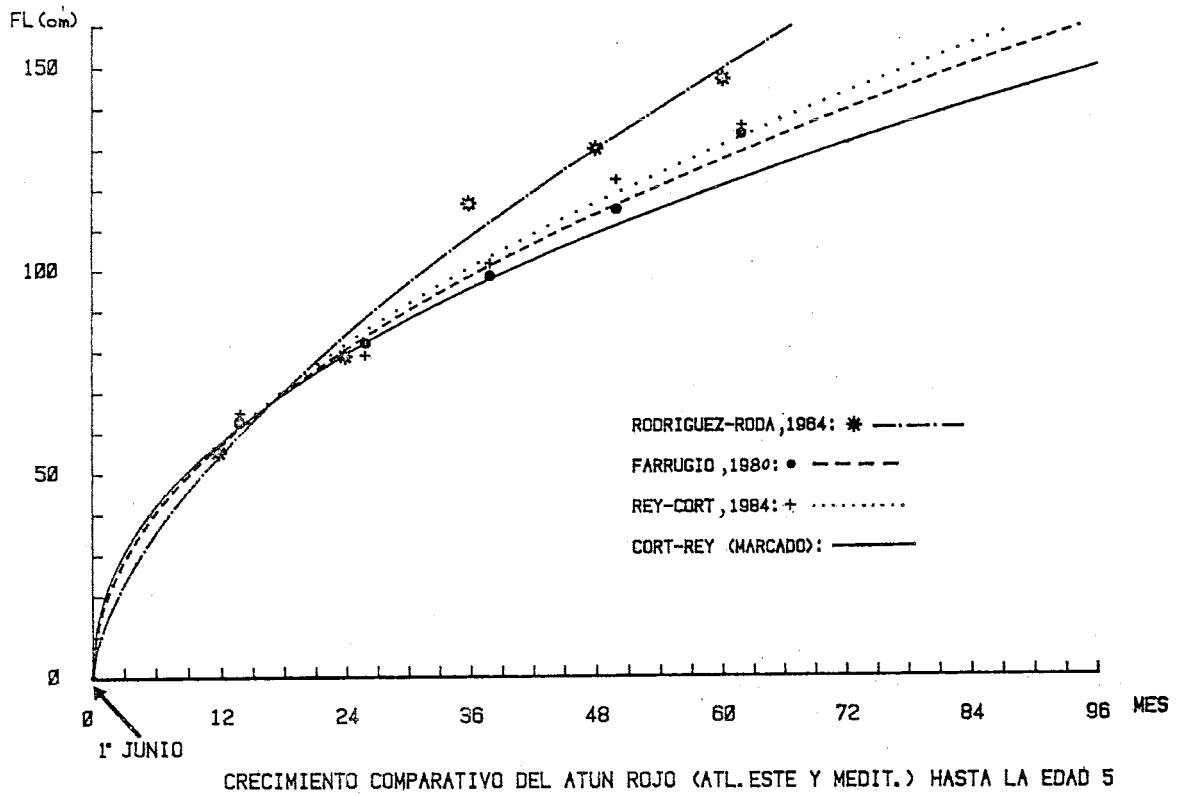
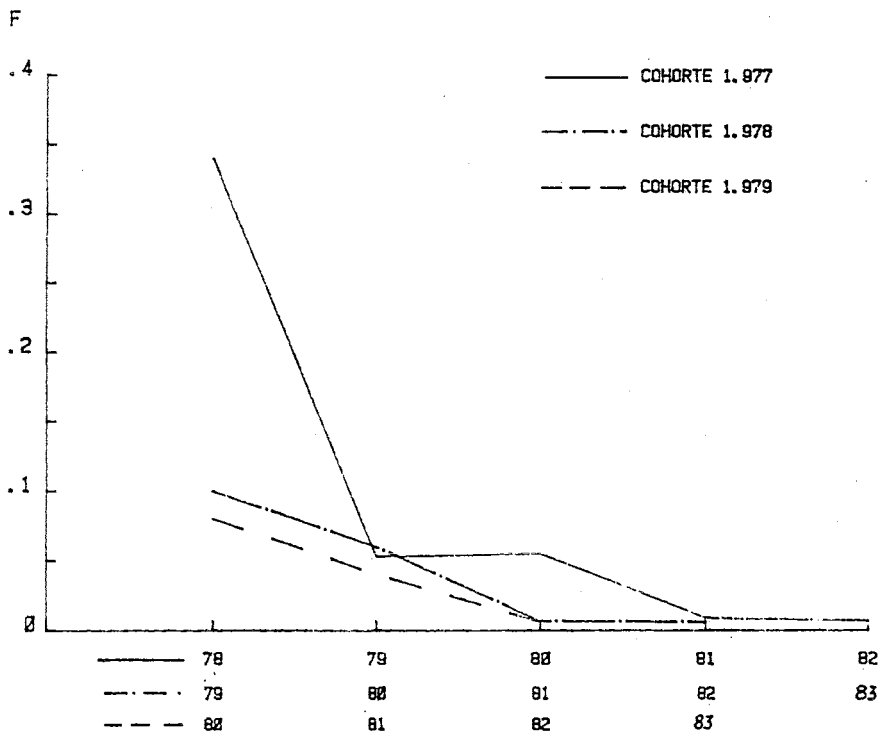


Figura 45.- Representación de los valores de F hallados por análisis de cohortes en el Golfo de Vizcaya.



SELECCIÓN DE

BIBLIOGRAFIA SOBRE MARCADO Y MIGRACION DE ATUN ROJO (Thunnus
thynnus) EN EL ATLANTICO ESTE Y MEDITERRANEO

APENDICE

BIBLIOGRAFIA SOBRE MARCADO

ATUN ROJO (Thunnus thynnus)

DEL

ATLANTICO ESTE Y MEDITERRANEO

- ALONCLE, H., 1972. Marquage de thons rouges dans le golfe de Gascogne. Rec. Doc. Cient. ICCAT Vol. I.
- AKYUZ, E.F., 1970. A guide to marks used for tunas and inventory of thunnus and inventory of tunns marking project. FAO fish. circ. 101 revisión: 1:119 pp.
- ARENA, P., 1965. Relazione sulla campagna di marcatura del tonni. ESPI suppl. -- boll. inf. Sicil., 4:15-25.
- ARENA, P., 1960. A proposito di un arpione reventato su un tonno pescato in Tunisia e descritto da Heldt nel 1932. Boll. pesca, piscicoltura e hibiologia ano XXXV, vol. XIV (n.s.) Fasc. 1.
- ARENA, P., y LI GRECI, F., 1970. Marquages des thonnides dans la mer tyrrhénéenne Journées ichtyol., pp. 115-119. C.I.E.S.M.
- BARD, X., 1977. Migrations de thon rouge (Thunnus thynnus) a travers la pêcherie de surface de germon dans le nord Atlantique. Vol. VI (2).
- BRETHES, J.C., 1979. Sur les premières récupérations des thons rouges marqués en Juillet 1977 au large du Maroc. ICCAT, Rec. Doc. Scient. VIII.
- BRETHES, J.C. et MASON, J.M., 1979. Bluefin tuna tagging off the Atlantic coast of Morocco in 1978. ICCAT, Rec. Doc. Cient. Vol. VIII.
- F.A.O. - C.G.P.M., 1967. Rapport de la réunion sur le développement et la coordination des programmes de recherches sur le thon en Méditerranée. Sicile, 22-24 mai, 1967.
- C.I.E.S.M., 1972. Raport d'activités.
- CORT, J.L. y DE CARDENAS, E., 1978. Campaña de marcado de túnidos en el golfo de Vizcaya. ICCAT. Rec. Doc. Scient. Vol. VII.
- CORT, J.L. y REY, J.C., 1979. Marcado de atunes. Thunnus thynnus y Thunnus alalunga, en el golfo de Vizcaya durante el verano de 1978. ICCAT Col. Doc. Cient. Vol. VIII.
- CORT, J.L., DE CARDENAS, E. y REY, J.C., 1980. Experiencias de marcado de atún rojo (Thunnus thynnus) en el golfo de Vizcaya por el procedimiento del cebo vivo. ICCAT Col. Doc. Cient., Vol. IX.

- CORT, J.L. y REY, J.C., 1981. Contribución al conocimiento de las migraciones de jóvenes atunes rojo (Thunnus thynnus) del Atlántico norte. Bol. Inst. -- Esp. Ocean. Tomo VI nº 314.
- CORT, J.L., 1982. Marcado de atunes jóvenes (Thunnus thynnus) en el golfo de -- Vizcaya y su relación con la situación de los estudios actuales de la especie en el océano Atlántico norte. Anuario "Juan de la Cosa", Vol. IV, 1981-82. Diputación Regional de Cantabria.
- FARRUGIO, H., 1979. Recueil des données concernant les marquages de thons rouge en Atlantique et la Méditerranée, de 1957 a 1978. ICCAT. Rec. Doc. Scient. Vol. XI.
- FRADE, F. y DENTINHO, L.S., 1935. Marcacao de atuns na costa do Algarve. Trav. St. Biol. Marit. Lisboa, nº 38.
- GONZALEZ GARCES, A., CORT, J.L. y DE CARDENAS, E., 1977. Campaña de marcado de túnidos en el golfo de Vizcaya. ICCAT Col. Doc. Cient. Vol. VI.
- GONZALEZ GARCES, A., 1984. Informe nacional de España. ICCAT doc. SCRS 1983.
- HAMRE, J., 1959. The tuna taggins experiment in norwegian water. ICES Scombriform Fish. Committee, 92.
- HAMRE, J., 1960. Norwegian tuna investigation 1959/60. ICES, Scombriform Fish Committee, 203.
- HAMRE, J., 1964. Observations on the depth range of tagged bluefin tuna based on pressure mark on the Lea tag. ICES Scombriform Fish. Com., 151.
- HAMRE, J., 1963. Tuna tagging experiment in norwegian waters. FAO Fish. rep., -- (6), vol. 3: 977-1851. Proceeding of the world scientific meeting on the biology of tunnas and related species, La Jolla, California, USA, 2-14 de July 1962.
- HELDT, H., 1927. Le thon rouge, Thunnus thynnus mise a jour de nos connaissances ce sujet. Bull. station Oceanographique Salambó, nº 7.
- LAMBOUEF, M., 1975. Contribution a la connaissance des migrations des jeunes -- thons rouges a partir de Maroc. ICCAT Rec. Doc. Cient. Vol. IV.
- MATHER III, F.J. and MASON Jr., 1973. Recent information on tagging and tag -- returns for tunas and bilifishes in the Atlantic ocean. ICCAT Rec. Doc. Scient. Vol. I.
- MATHER III, F.J. et al., 1967. Transatlantic migration of young bluefin tuna. J. Fish. Res. Bd. Canada, 24 (9).
- PERCIER, A., 1959. Capture de thons rouges marqués. Bull. Centre d'études et -- recherches Scientifiques, Biarritz. (notes et remarques diverses). Tome 2 fasc. 4, 2º semestre.
- REY, J.C. y CORT, J.L., 1979. Campaña piloto de marcado de túnidos en la almadra -- ba "AGUAS DE CEUTA". ICCAT Col. Doc. Cient. Vol. VIII.
- REY, J.C. y CORT, J.L., 1978. Resultados de la campaña de marcado de atún rojo, Thunnus thynnus, juvenil en la costa mediterranea española. ICCAT. Colec. Doc. Cient. Vol. VII.
- REY, J.C. y CORT, J.L., 1981. Marcado de atunes (Thunnus thynnus) en el golfo de Vizcaya durante el verano de 1981. ICCAT Colec. Doc. Cient. Vol. XVII.
- REY, J.C. y CORT, J.L., 1981. Contribution a la connaissance de la migration des -- scombridae en Méditerranée occidentale. Rapp. Comm. Int. mer Médit., 27,5.
- REY, J.C., 1983. El paso del atún rojo, Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758) a través del estrecho de Gibraltar y su relación con la hidrología. Esquemas de -- Migración. Bol. Inst. Esp. Ocean. 1 (1): 85-94.
- RODRIGUEZ RODA, J., 1959. Aparición en la costa suratlántica española de atunes -- marcados en noruega. Inv. Pesquera nº 14.
- RODRIGUEZ RODA, J., 1963. Resultado del programa de marcado de atún en aguas -- españolas. FAO Fish. Rep., (6), Vol. 3: Proceeding of the world scientific meeting on the biology of tunnas and related species, La Jolla, California, USA, 2-14 July 1962.
- RODRIGUEZ RODA, J., 1969. Resultados de nuestras marcaciones de atunes en el -- golfo de Cádiz durante los años 1960 a 1967. Public. tecn. de la Junta -- de estudios de pesca, nº 8.
- RODRIGUEZ RODA, J., 1964. Movimientos migratorios del atún Thunnus thynnus (L.) -- deducidos por nuestras propias marcaciones en aguas españolas. Publ. tecn. de la Junta de estudios de pesca, nº 3.
- RODRIGUEZ RODA, J., 1966. Continuación del plan de marcaciones de atunes, Thun- -- nus thynnus (L.) en el golfo de Cádiz, en 1965. Publ. tecn. de la Junta de -- estudios de pesca, nº 5.
- RODRIGUEZ RODA, J., 1969. Resultats de nos marquages de thon rouge Thunnus -- thynnus (L.) dans le golfe de Cádiz (Espagne). ICES, Symposium sur les -- ressources vivants du plateau continental atlantique africaine du detroit de Gibraltar au Cap Vert. Poissons, Doc. nº 29.
- SELLA, M., 1926. Le migrazione del tonni studiate per mezzo degli ami. Rend. della R. -- Ac. Naz. Linc., Vol. III ser 6ª, 1º sem. fasc. II. Roma.

SELLA, M., 1926. Altri fatti sopra la migraziones dei tonni accertati per mezzo degli ami. Red. della R. Ac. Nac. dei Linc., Vol. IV ser. 6ª, 2ª sem. fasc. 5-6. Roma.

SELLA, M., 1952. Migration and habitat of the tunas (Thunnus thynnus) studied by the method of the hooks, with observations on growth, on the operation of the fisheries. Fish and Wildlife Service. Special scientific report: Fisheries n° 76.

VILELA, H., 1960. Estudos sobre a biologã dos atuns en Portugal 1958-1960. Bol. de Pescas 69: 3-26.