



por un planeta vivo

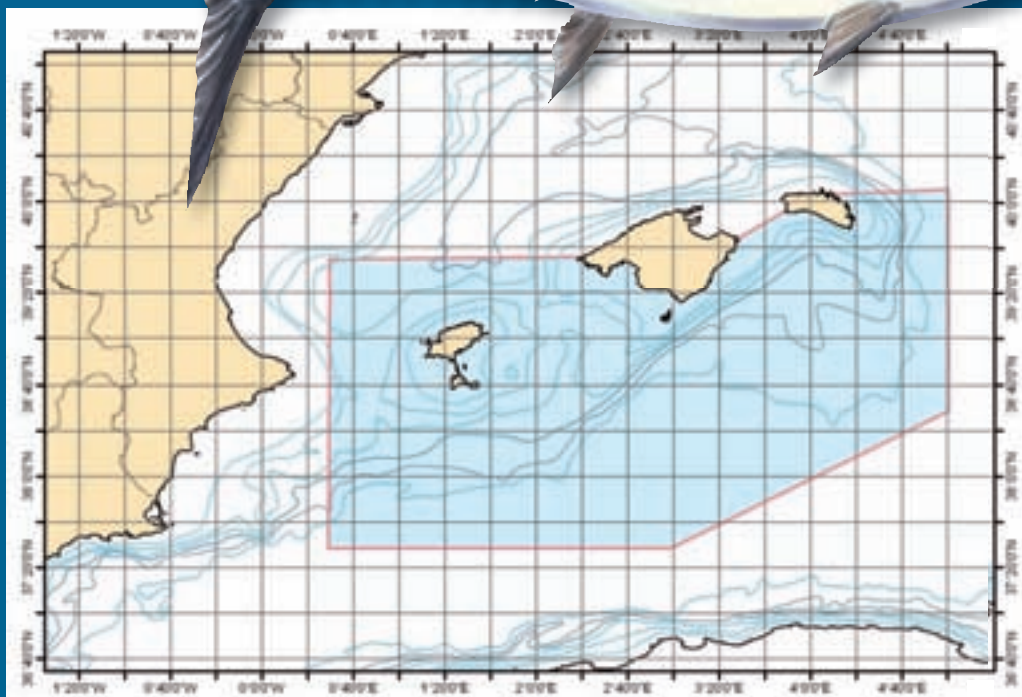
¡ACTÚA YA!

DEFIENDE LOS MARES. HAZTE SOCIO DE WWF ESPAÑA



El atún rojo del Atlántico oriental y del Mediterráneo

Propuesta de WWF para un Santuario en el Mediterráneo occidental



El atún rojo del Atlántico oriental y del Mediterráneo

Propuesta de WWF para un Santuario en el Mediterráneo occidental

© WWF España

Gran Vía de San Francisco, 8-D. 28005 Madrid
Tel: +34 913 540 578
www.wwf.es

Oficina del Programa Mediterráneo de WWF

Via Po 25/c. 00198 Roma
Tel: +39 06 844 97227
www.panda.org/tuna

Textos: Francisco Alemany, (Capítulo III) y Estudios Biológicos S.L.

Revisión técnica: Jorge Bartolomé, Raúl García y Estzer Hidas

Coordinación: Raúl García, José Luis García Varas y Sergi Tudela

Edición: Amaya Asiaín e Isaac Vega

Diseño: Eugenio Sánchez-Silvela y Amalia Maroto

Ilustraciones portada: Pilar Marcos / WWF y Antonio Ojea / WWF

Agradecimientos

Este estudio ha sido posible gracias al apoyo económico de Jorge de Pallejá Ricart y de la Fundación Príncipe Alberto II de Mónaco (www.fpa2.mc)

Impresión: Artes Gráficas Palermo, S.L.

Depósito Legal: M-6765-2009

Impreso en papel 100% reciclado

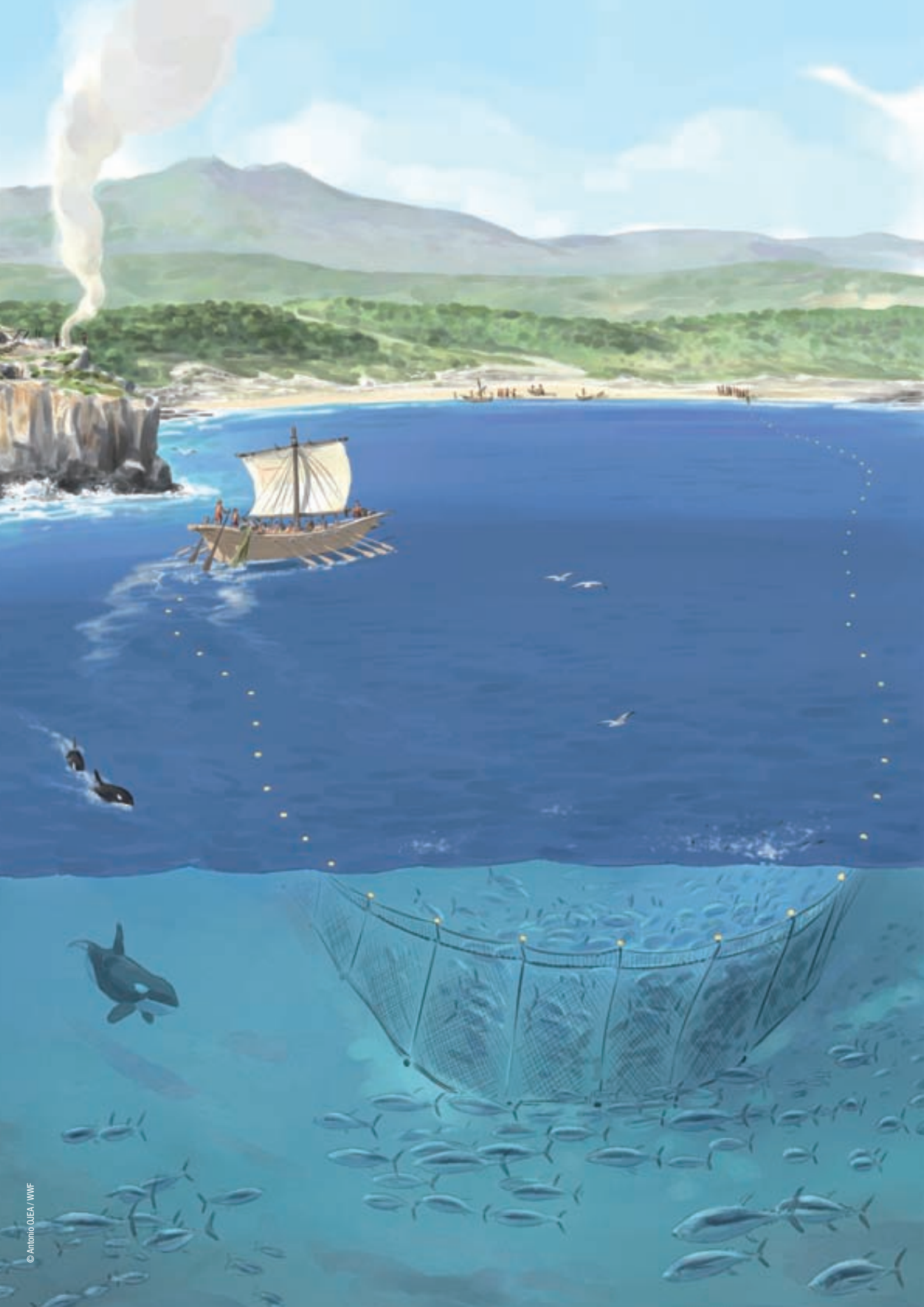
Publicado en octubre de 2008 por WWF España (Madrid, España).

WWF España agradece la reproducción de los contenidos del presente documento (a excepción de las fotografías, propiedad de los autores) en cualquier tipo de medio siempre y cuando se cite expresamente la fuente (título y propietario de copyright). © Texto: 2008, WWF España. Todos los derechos reservados.



ÍNDICE

Presentación	3
Antecedentes	4
Propuestas de WWF	5
Capítulo I	
El atún rojo del Atlántico y del Mediterráneo	
1.1. Datos generales	7
1.2. Breve reseña histórica	8
1.3. Estructura del <i>stock</i> Atlántico	10
1.4. Migraciones	12
1.5. Distribución geográfica y pesca	13
1.6. Ciclo biológico del <i>stock</i> oriental	14
Capítulo II	
Historia y situación actual de la pesquería en el Atlántico	
2.1. Evolución de las capturas en el <i>stock</i> del Atlántico oriental y Mediterráneo y sobrecapacidad pesquera actual	17
2.2. Situación actual del <i>stock</i> Este	18
2.3. Especificidades del Plan de Recuperación (ICCAT, 2006)	20
2.4. Principales líneas de investigación	20
Capítulo III	
Reproducción en el entorno de Islas Baleares	
3.1. Estudios relativos a las larvas en el Mediterráneo, desde una perspectiva histórica, con acento en el archipiélago balear	23
3.2. Características del desove en el Mar Balear	26
Capítulo IV	
Santuario para el atún rojo del Atlántico en las Islas Baleares	
4.1. Propuesta de WWF	29
Bibliografía	30



*Thunnus thynnus*

PRESENTACIÓN

WWF impulsa una campaña para salvar el atún del Atlántico oriental y Mediterráneo desde 2001, cuando la industria del engorde de atún empezó a mostrar los primeros signos de estar convirtiéndose en una amenaza real para su población. Pese a esta larga campaña, que ha implicado la elaboración de numerosas publicaciones e informes técnicos, éste es el primer trabajo de WWF que se adentra en la biología y ecología de este fabuloso pez. El informe presenta además los últimos hallazgos científicos, con especial atención a la reproducción del atún rojo (*Thunnus thynnus*) en aguas de las Islas Baleares, y recoge numerosas evidencias científicas de la necesidad de establecer un santuario en aguas de este archipiélago con el objetivo de proteger a la especie en su época de reproducción.

WWF agradece a la Fundación Príncipe Alberto II y a Jorge de Pallejá Ricart el apoyo económico que ha posibilitado la elaboración de este estudio. También agradecemos a Francisco Alemany, destacado experto en atún rojo, el esfuerzo por reunir los últimos resultados científicos en reproducción de esta especie en el documento.

El atún rojo del Atlántico oriental y del Mediterráneo. Una propuesta de WWF para un Santuario en el Mediterráneo oriental identifica las principales zonas de cría del atún rojo, centrándose en el caso de las aguas de las Islas Baleares, idóneas para la creación de un espacio donde se proteja su reproducción. El documento aporta varios argumentos en apoyo de esta propuesta; en primer lugar, estudios recientes demuestran que esta especie desova de manera abundante en estas aguas, mostrando las mayores densidades de huevos conocidas en el Mar Mediterráneo. Además, las capturas de atún rojo en el área han caído dramáticamente en los últimos años, ya que en 1995 los barcos de cerco españoles y franceses capturaron 15.000 toneladas y en 2006 sólo 2.270.

ANTECEDENTES

La población de atún rojo (*Thunnus thynnus*) del Atlántico oriental ha sido víctima de la sobrepesca en el Océano Atlántico y en el Mediterráneo, sobre todo en la última década (desde 1996 hasta 2007). En 2006 tanto WWF como el comité científico (SCRS¹) de la ICAA² hicieron notar que las capturas anuales reales superaban el Total Admisible de Captura (TAC) –32.000 toneladas al año en aquel momento– en 20.000 toneladas, lo que ha mostrado que la gestión de la pesca es un fracaso.

Ese mismo año, el SCRS hizo una evaluación de la población mostrando, por un lado, que ésta última estaba en peligro de extinción y, por otro, que la pesca seguía siendo excesiva, por lo cual urge tomar medidas de gestión adecuadas si no se quiere correr el riesgo de ver desaparecer la población del atún rojo y la pesca local en general.

No obstante, el plan de gestión adoptado en noviembre de 2006 por la ICCAT no tomó en consideración los consejos científicos y permitió la pesca durante la época de desove, estableciendo una cuota dos veces superior al nivel recomendado por los científicos para poder recuperar la población. Durante los dos primeros años de implementación de dicho plan (erróneamente denominado “plan de recuperación”), las normas de la ICCAT fueron infringidas de manera sistemática, incluyendo capturas muy superiores a la nueva cuota. En 2007 la Unión Europea reconoció de forma oficial que las capturas la excedieron en un 25%.

En marzo de 2008 WWF publicó *La carrera por el último atún rojo*, el primer estudio jamás realizado para analizar la capacidad real de la flota de cerco de esta pesquería en el Mediterráneo, responsable de la mayoría de las capturas de este recurso.³ WWF puso de manifiesto la existencia de una sobrecapacidad pesquera que duplica el TAC establecido y que es 3,5 veces superior a las capturas máximas sostenibles recomendadas por los científicos de la ICCAT. Más grave es la predisposición a esta sobrecapacidad, ya que parece ir acentuándose con la construcción de grandes barcos de cerco en muchos países del Mediterráneo. Resulta evidente que es necesario reducir drásticamente la capacidad de pesca –a través de un programa de decomiso y desguace de buques– para lograr realmente una pesca sostenible; sin embargo, hasta la fecha, ni siquiera se ha logrado una ligera disminución en la tendencia de la sobrepesca.

Dado el riesgo real de colapso inminente de la pesquería, es esencial y urgente tomar medidas adaptadas a la situación actual, que se caracteriza por la sobrecapacidad estructural, y su aplicación debe ser de tal forma que la capacidad de pesca de estas flotas no se traduzca en capturas excesivas. La situación es aún

más urgente, ya que las medidas de gestión existentes, que permiten la pesca durante la época crítica de desove (mayo y junio), no incluyen ningún tipo de medida espacial ni contienen ninguna limitación razonable del esfuerzo pesquero en el espacio o en el tiempo, que sería lo único que contribuiría a mantener la mortalidad por pesca dentro de unos límites sostenibles, o al menos legales.

El informe *La carrera por el último atún rojo* ha disfrutado ampliamente de la aprobación de un gran número de pescadores y gestores, quienes comparten el mismo punto de vista de WWF en su análisis de la sobrecapacidad creciente en la pesquería de atún rojo. Esta sobrecapacidad y las evidencias irrefutables de que las medidas de gestión adoptadas en 2006 fueron en su mayoría ineficaces e insuficientes, llevan a WWF a volver a llamar la atención sobre la necesidad de crear urgentemente zonas de cierre (control del esfuerzo pesquero en el tiempo y en el espacio), siendo ésta la única manera realista de reducir la capturas de una flota inmensa.



© Manu SAN FELIX / WWF

El énfasis en la recuperación de esta especie debe traducirse en lo siguiente:

1. Cierre temporal de la pesca durante el mes de mayo, y sobre todo, de junio.
2. Protección permanente de los adultos reproductores en las zonas predilectas de cría, como por ejemplo en las Islas Baleares, a través de zonas de veda o protegidas tipo santuario.
3. Evitar completamente la captura de juveniles (peces de menos de 30 kilos).

(1) SCRS: Stanting Committee on Research and Statistics. (Comité Permanente de Investigación y Estadísticas)

(2) ICCAT: International Commission for the Conservation of the Atlantic Tuna.

(3) El informe completo *Race for the last bluefin - Capacity of the purse seine fleet targeting bluefin tuna in the Mediterranean Sea and estimated capacity reduction needs* está disponible en www.panda.org/tuna

PROPUESTAS DE WWF

Dados los datos científicos presentados en este informe, proporcionados por expertos internacionales en la biología del atún rojo y su reproducción en el Mediterráneo, se pueden sacar dos conclusiones importantes:

1. El atún rojo es cada vez más vulnerable en el Mediterráneo a causa de la pesca, sobre todo durante mayo y junio, cuando se desplaza hacia estas zonas para el desove.
2. Históricamente las aguas alrededor del archipiélago balear han constituido una de las zonas de desove más importantes para el atún rojo del Mediterráneo; la población reproductora local ha sido la primera que ha desaparecido a causa de la pesca excesiva, proceso que ahora afecta a toda la cuenca mediterránea.

Por consiguiente, WWF propone: la reducción de la capacidad de la flota y la tolerancia cero respecto a la captura de juveniles; la adopción de una serie de medidas de gestión eficaces tanto en el tiempo como en el espacio, que tomen la forma de una veda absoluta de la pesca durante los meses de mayo y sobre todo junio; y, finalmente, la creación de una zona protegida tipo santuario en las aguas de las Islas Baleares para una mejor protección de la especie en el Mediterráneo.

Argumentos para el cierre de la pesca en mayo y junio

Desde hace siglos se conoce que los atunes rojos se desplazan cada año hacia el Mediterráneo para el desove en primavera, pero los últimos estudios científicos sobre la abundancia larvaria y la fecundidad de los adultos muestran que el mes de junio resulta la época más activa de desove (la literatura científica menciona que éste empieza antes, en mayo, en el Mediterráneo oriental).

La veda actual de la pesca de cerco, que se extiende desde el 1 de julio hasta el fin del año, no cubre, evidentemente, este período de reproducción tan importante y no protege en absoluto a los atunes reproductores frente a la sobrepesca. Una extensión del período de veda para la pesca de cerco (mayo y junio estarían cubiertos) ayudaría a la regeneración de esta especie en el Mediterráneo, tal y como recomendó el SCRS en 2006. La puesta en práctica de esta medida es sencilla, a diferencia de hacer cumplir el TAC, lo que supone una gran ventaja para su aplicación.



© Carlos G. VALLECILLO / WWF



CAPÍTULO I

EL ATÚN ROJO DEL ATLÁNTICO Y DEL MEDITERRÁNEO

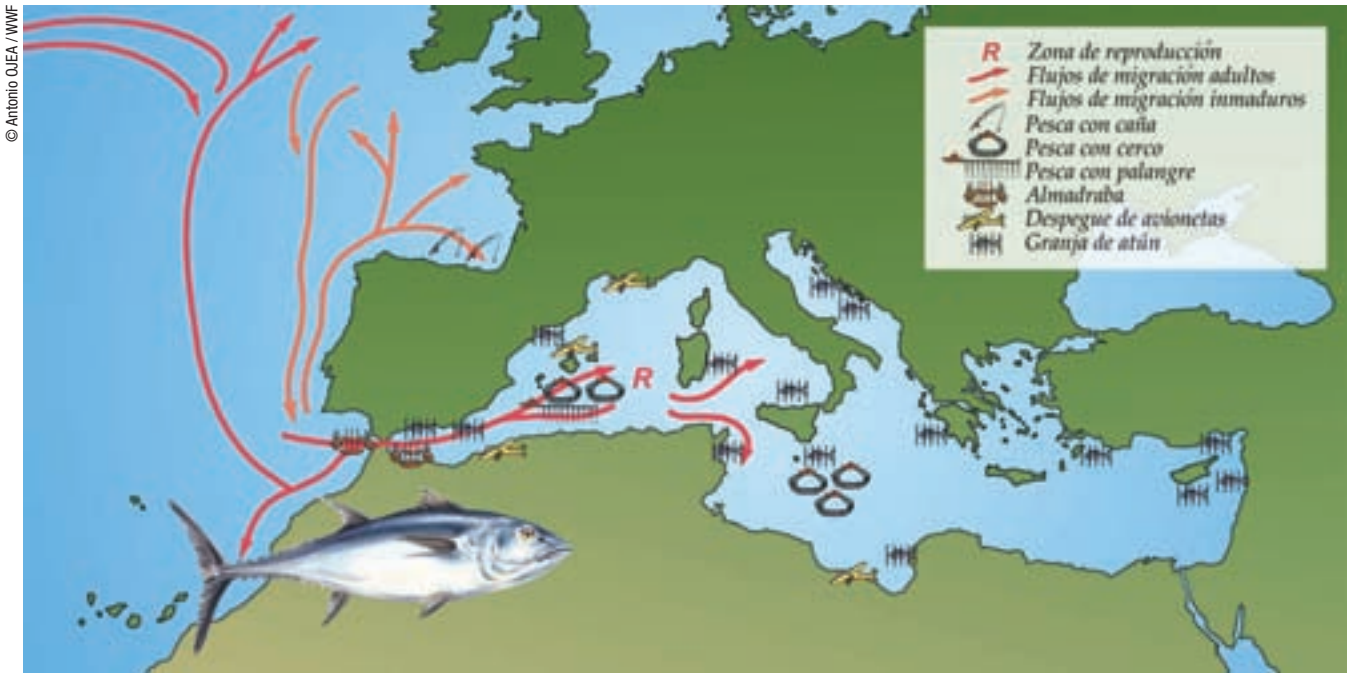
1.1. Datos generales

El atún rojo es un pez miembro de la familia de los Escómbridos, considerado como uno de los más evolucionados y entre los más poderosos y grandes que habitan en nuestros mares y océanos. Puede pesar más de 600 kg, alcanzar longitudes superiores a los 3 m (Cort, 1990), y vivir más de 30 años (Neilson y Campana, 2007). Se alimenta de peces como caballas, parras, sardinillas y arenques; de cefalópodos, como calamares, y de pequeños crustáceos como los cangrejos pelágicos y el krill.

Uno de los aspectos que distingue al atún rojo de otras especies de peces, incluso entre los túnidos, es su evolucionado sistema de intercambio de calor en su corriente sanguínea, lo que le permite mantener una temperatura interna de hasta 21° C superior a la del agua que le rodea (Carey y Teal, 1969), razón fundamental de su amplia distribución en el océano. Debido a este fenómeno, podemos encontrar atunes rojos en las cálidas aguas de Bahamas, a cerca de 30° C, y poco tiempo después en aguas de Noruega (Mather III, 1962), donde apenas se superan los 10° C; incluso cerca del Círculo Polar Ártico (75° N), lugar en el cual el agua tiene escasos 5° C (De Metrio *et al.*, 2002).

Las rutas migratorias son muy complejas, pero con los resultados del marcado electrónico de la última década se ha avanzado mucho en el conocimiento de la estructura de la población. Si bien el atún rojo está ampliamente distribuido y emigra miles de kilómetros, sólo se conocen dos zonas de puesta confirmadas: el Golfo de México (entre otros: Richards *et al.*, 1981) y el Mar Mediterráneo (entre otros: Dicenta, 1975; Piccinetti y Piccinetti-Manfrin, 1970; Karakulak *et al.*, 2004a; 2004b y Oray y Karakulak, 2005). Para realizar la puesta o freza los atunes emigran formando grandes bancos (Arena, 1979) que eligen las áreas más apropiadas en función de numerosas variables ecológicas y ambientales.

Los esquemas migratorios estacionales dependen de la edad y el tamaño de los peces, estando muy relacionados con la búsqueda de alimento y la reproducción. Las migraciones de peces adultos en dirección a las zonas de reproducción en el Mediterráneo, y su posterior regreso al océano para alimentarse intensamente, se conocen desde hace miles de años (Aristóteles, 384-322 a.C.). Esta peculiaridad del ciclo biológico ha ocasionado que, durante milenios, su pesca haya sido una actividad profesional muy importante desde el sur de Portugal y España, y norte de Marruecos, hasta los países bañados por el Mar Negro, en los



Rutas de migración y zonas de reproducción del Atún rojo del Atlántico y distribución de las artes de pesca en el Mar Mediterráneo.

cuales hacia el año 1900 había un total de 276 almadrabas instaladas en toda esa extensa área (Sarà, 1983). Puede decirse que la carne de este pez ha servido de sustento a cientos de generaciones, contribuyendo de forma muy importante a la seguridad alimentaria de numerosos países.

1.2. Breve reseña histórica

El atún rojo se ha capturado durante milenios en las cercanías del Estrecho de Gibraltar y toda la cuenca mediterránea, pero fue de los imperios fenicio y romano (2.800 a.C.-470 d.C.) cuando quedaron más muestras del interés que suscitaba su captura en las poblaciones costeras, ya fuera en la literatura, la arquitectura o la iconografía. Un lugar muy emblemático es, sin duda, la antigua ciudad romana *Baelo Claudia*, de cuyas ruinas en la provincia de Cádiz se comprende la importancia que el atún rojo tuvo durante el imperio romano. En efecto, la pesca (figura 1), la industria de salazón y el *garum* (salsa de intenso sabor formada por restos de atún rojo y otros peces macerados al sol en salmuera) fueron las principales fuentes de riqueza en esta ciudad.

Gracias a un estudio financiado por la UE (Fromentin, 2002), se tiene información de las estadísticas de captura de las almadrabas del Mediterráneo occidental y Estrecho de Gibraltar desde el siglo XVI hasta la actualidad. Los resultados muestran ciclos naturales de larga duración con máximos y mínimos de capturas cada 100-120 años, lo cual nos indica que, aún siendo capturado únicamente con almadrabas, el atún rojo ha atravesado épocas críticas a lo largo de la historia.

Su aparente abundancia durante la primera mitad del siglo XX era muy significativa en el Atlántico Norte, por lo

que la captura de grandes ejemplares fue muy popular durante eventos deportivos en numerosos países a ambos lados del océano.

El gran desarrollo de las pesquerías en el Atlántico tuvo lugar después de la II Guerra Mundial, cuando a finales de la década de los 40 se construyeron flotillas de cerco en el norte de Europa dedicadas a la pesca de especies pelágicas como el arenque y la caballa, pero que durante el verano cambiaban sus redes para poder capturar atún rojo. El acontecimiento coincidió con el inicio de la pesca japonesa con palangre en todo el océano, con el cebo vivo en el Golfo de Vizcaya, y con el cerco en el Atlántico occidental. El esplendor de las pesquerías del norte de Europa, tras unos inicios espectaculares, apenas duró 12 años, ya que a partir de 1963 las capturas cayeron hasta tal punto que no han vuelto a recuperarse desde entonces.

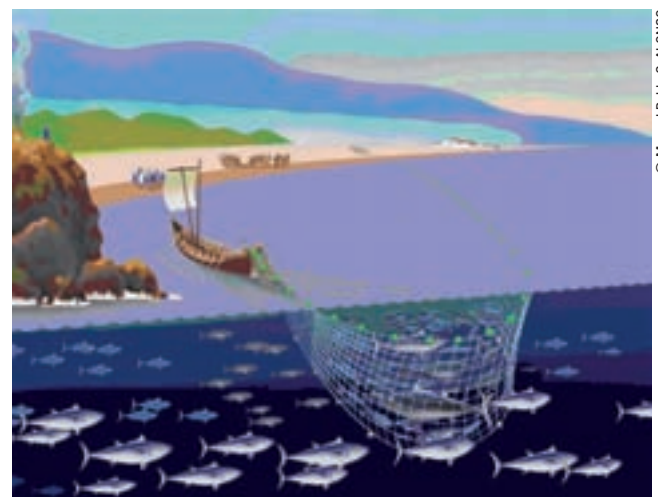


FIGURA 1. Pesca del atún rojo en el Estrecho de Gibraltar (Baelo Claudia, 195 a.C.).

La situación se ha mantenido en el tiempo, por lo que las pesquerías tradicionales de reproductores del norte de Europa, además de las almadrabas del Estrecho de Gibraltar y la pesquería de grandes ejemplares del Golfo de Vizcaya, no se han vuelto a recuperar. A la vez que tenían lugar estos hechos, comenzó a desarrollarse la pesca con red de cerco en el Mediterráneo en la década de 1970. La evolución de este sistema de pesca fue constante desde entonces, de manera que en 1996 se capturaron 51.000 toneladas entre el Atlántico oriental y Mediterráneo (*stock* oriental), correspondiendo la mayor parte de esta captura a la red de cerco en el Mediterráneo. No deja de sorprender que se haya podido alcanzar semejante cifra en este mar; sin embargo, hay que tener en cuenta que hace ahora 30 años, Dicenta y Piccinetti (1978) hicieron una evaluación directa del número de hembras reproductoras en el Mediterráneo occidental basado en la abundancia de las larvas encontradas durante sus campañas de investigación, y revelaron unos valores de biomasa muy importantes que, con el tiempo, se ha demostrado que eran ciertos.

Desde 1996, año de dicha captura histórica, las cifras oficiales indican un descenso en el Atlántico oriental y Mediterráneo, pero la realidad es que el gran desarrollo de la pesca de reproductores en el Mediterráneo para el engorde en las granjas ha provocado un incremento de la pesca ilegal no declarada, haciendo que la pesca se haya mantenido en esos niveles tan elevados (WWF, 2006). Todo lo cual nos conduce a la siguiente advertencia: de igual modo que se sobrexplotaron las pesquerías atlánticas, llegándose al colapso de algunas de ellas, las pesquerías mediterráneas pueden seguir el mismo camino. Es decir, primero se produce un gran aumento del esfuerzo de pesca en las áreas de gran productividad, tal es el caso ocurrido en las zonas de reproducción de Baleares, Mar Tirreno, Golfo de Sidra (norte de Libia; Mielgo, 2007), y Mar de Levante; a continuación tiene lugar una fase en la que descienden los rendimientos pesqueros en esas áreas, que ya ha comenzado en algunas de ellas; y, finalmente, se consuma el colapso de las pesquerías.

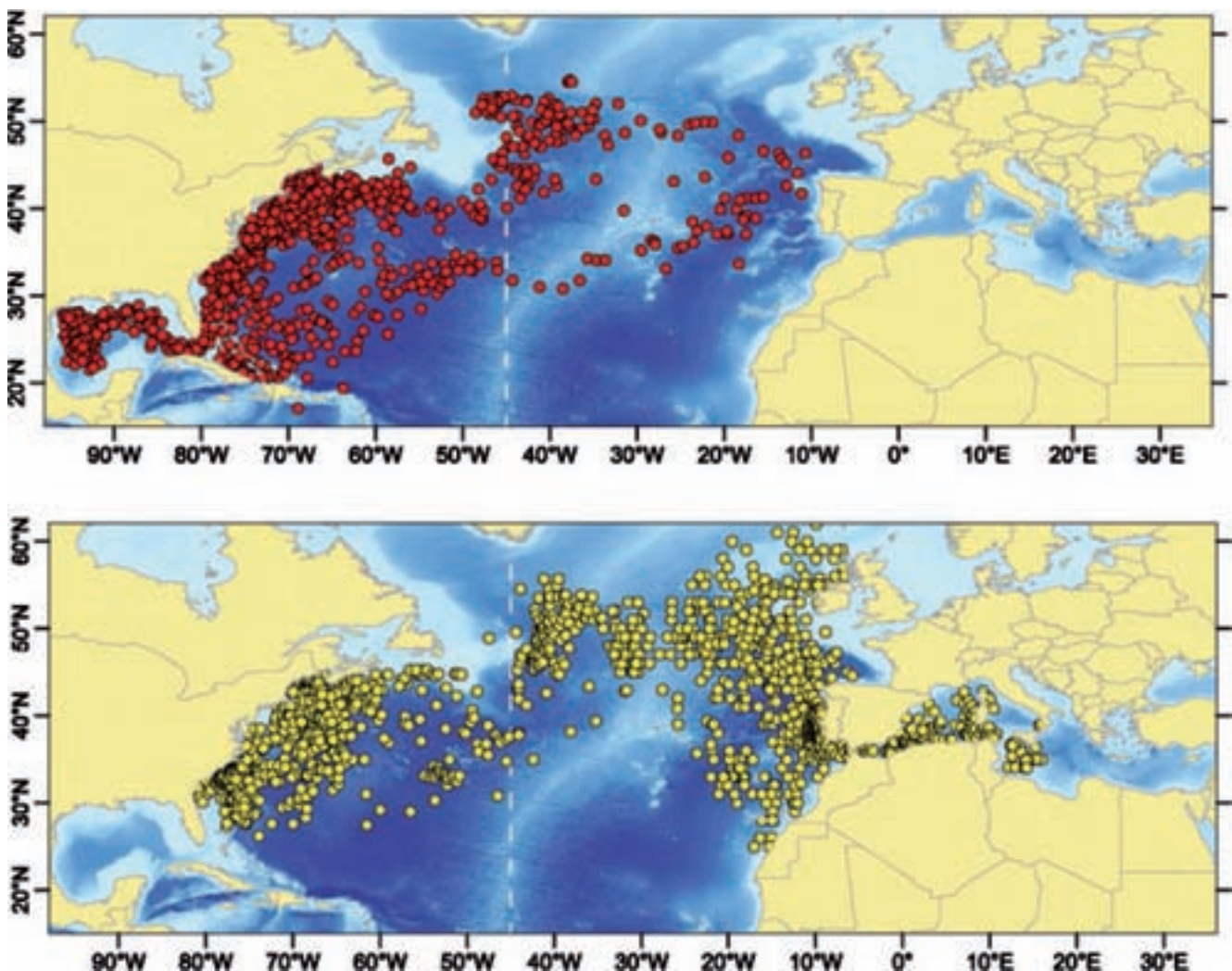


FIGURA 2. Posiciones diarias de atunes rojos adultos diferenciados como del Oeste (en rojo; $n=36$) y del Este (en amarillo; $n=26$). Los datos revelan dos poblaciones que comparten las mismas áreas de alimentación, pero que escogen los lugares de reproducción del Golfo de México (los rojos) y Mar Mediterráneo (los amarillos). Block et al. (2005), publicada por Rooker et al., (2007).

© Fred BASSET/VOUSSE / WWF



FIGURA 3. Marca electrónica interna, “marca archivo”.

1.3. Estructura del stock Atlántico

A efectos de ordenación de los recursos, la población del Atlántico norte se divide en dos *stocks*: el Oeste y el Este, que incluye el del Mediterráneo, considerando que entre ambos hay una limitada mezcla. La línea de separación de ambos vigente hoy en día se encuentra en el meridiano 45° W del hemisferio Norte.

La ordenación y la investigación se hacen de forma conjunta entre las principales naciones pesqueras que actúan sobre el recurso, siendo la ICCAT la organización regional de pesca que coordina estas actividades.

Hay que tener en cuenta que la separación de *stocks* fue adoptada hace casi 30 años (en 1980), en virtud de unos criterios que aún en nuestros días son aceptados por la comunidad científica, pues los nuevos avances en el conocimiento de la especie no justifican, por ahora, un cambio en la situación. Dichos criterios son:

- Las zonas de puestas del atún rojo son diferentes: en el Atlántico occidental está en el Golfo de México y en el lado oriental en el Mediterráneo.

- Falta de evidencia de una zona de puesta en la parte central del Atlántico.

- La mayor parte de las recapturas de atunes rojos con marcas convencionales se produjeron en la misma parte del océano en que fueron señalados; si bien se evidenciaron migraciones transatlánticas de peces jóvenes, especialmente en determinados años (Mather III *et al.*, 1967; Mather III & Jones, 1973), y de peces adultos (Mather III, 1962; Tiews, 1963).

Los resultados de las recientes investigaciones en marcado electrónico en el Atlántico (Block *et al.*, 2005), fundamentalmente marcas internas o marcas archivo (figura 3), aportan datos espectaculares sobre el comportamiento migratorio de los atunes y la fidelidad a reproducirse en el lugar de nacimiento (figura 2). Aunque esta nueva información apoya la hipótesis de dos *stocks* actualmente en vigor, el hecho demostrado de que los atunes rojos adultos, pertenecientes a distintos grupos, se mueven entre uno y otro lado del océano compartiendo zonas de alimentación, tiene implicaciones en la evaluación de los recursos de esta especie y, por lo tanto, en la ordenación de los mismos. Por otra parte, los estudios de la composición química en partes óseas (Rooker *et al.*, 2006), muestran migraciones transatlánticas en cantidades superiores a las estimadas hasta el momento, lo cual podrían justificar en el futuro variaciones en los criterios de la separación de *stocks* y su consiguiente repercusión en la ordenación de los recursos pesqueros de la especie.

Por lo que respecta a los resultados de las campañas de marcado electrónico en el Mediterráneo (marcas pop-up; De Metrio *et al.*, 2002; 2004 y 2005), que se presentan en la figura 4 (publicada por Rooker *et al.*,

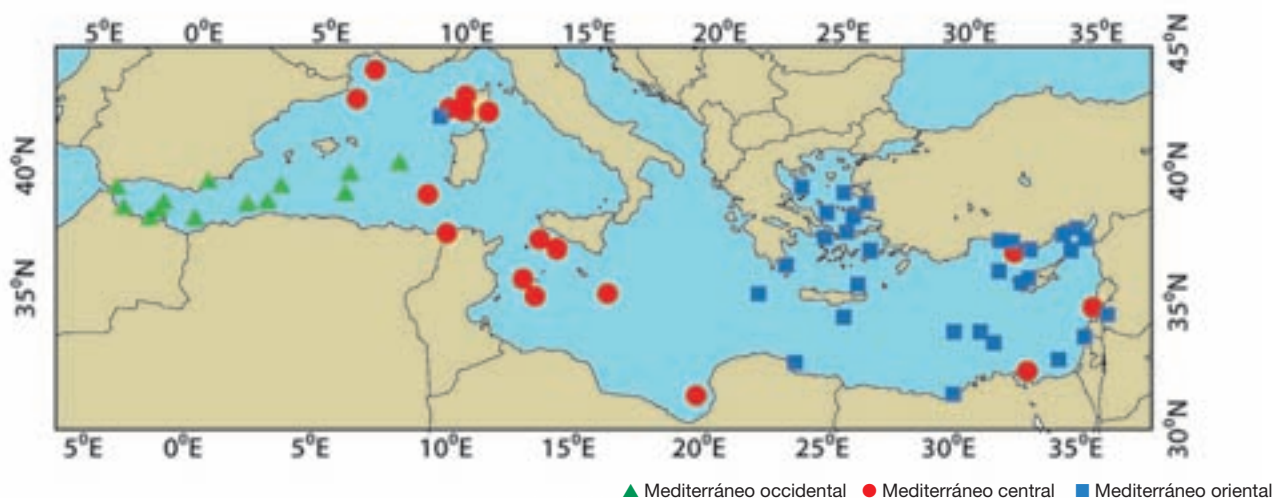


FIGURA 4. Lugares de marcado y desprendimiento de marcas electrónicas (pop-up) en el Mediterráneo, entre 1998-2004 (De Metrio *et al.*, 2005), publicada por Rooker *et al.*, (2007).

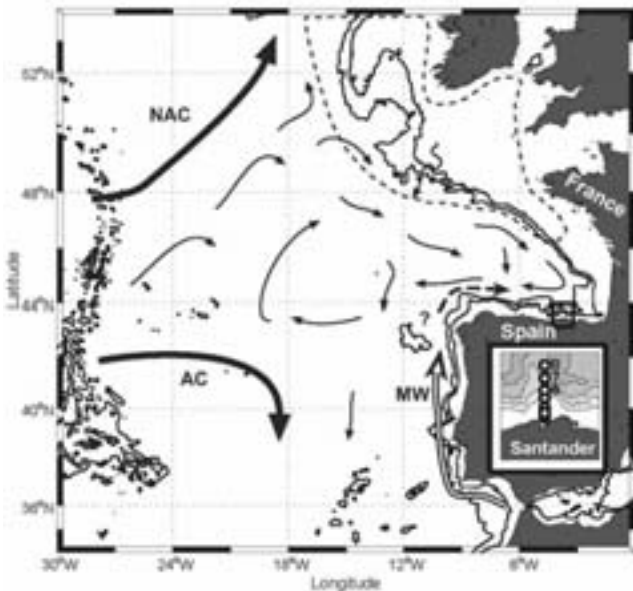


FIGURA 5. Distribución de corrientes en el Atlántico nororiental (González-Pola et al. 2005).

2007), expresan lo que ha dado en llamarse existencia de “poblaciones residentes” a uno y otro lado del Mediterráneo (De Metro, com. pers.), término utilizado para evidenciar que la mayor parte de los peces sometidos a estudio con marcas electrónicas *pop-up* permanecieron en el lado en el cual fueron registrados. Este nuevo avance incita a que se continúen haciendo investigaciones de seguimiento electrónico en el Mediterráneo, donde, de confirmarse esa nueva situa-

ción, podría provocar en el futuro la adopción de nuevos escenarios para la ordenación de los recursos del atún rojo en este mar.

En los resultados del marcado electrónico aportados por Block et al. (2005) se comprueba que el límite geográfico alcanzado por los atunes, que vienen desde el Atlántico a reproducirse al Mar Mediterráneo, es el Mediterráneo central (figura 2). Esto apoya la hipótesis de las “poblaciones residentes” en este mar, ya que ninguno de los peces estudiados cruzó la hipotética línea que separa el Mediterráneo central del oriental. Por lo que respecta a los resultados del marcado convencional, que se verá a continuación, es también un argumento que corrobora dicha teoría, ya que no se conoce ningún caso de recaptura entre la parte occidental y oriental del Mediterráneo.

Finalmente, la nueva teoría de “poblaciones residentes” tiene aún más consistencia tras los resultados de los trabajos sobre la reproducción del atún rojo de Karakulak et al. (2004a; 2004b) y Oray y Karakulak (2005), en los cuales se muestra la presencia de larvas de atún rojo en el Mediterráneo oriental (Mar de Levante), y que existe una diferencia de más de un mes entre el período de reproducción más alto en el Mediterráneo oriental (mayo, Mar de Levante) y del Mediterráneo occidental (junio, Mar de Baleares y Mar Tirreno). En resumen, la división la población del Atlántico norte en dos *stocks*, el Oeste y el Este, que incluye el del Mediterráneo, podría sufrir modificaciones habida cuenta de las últimas investigaciones.



FIGURA 6. Migraciones de atún rojo adulto en el Mediterráneo oriental y juvenil en el Adriático.

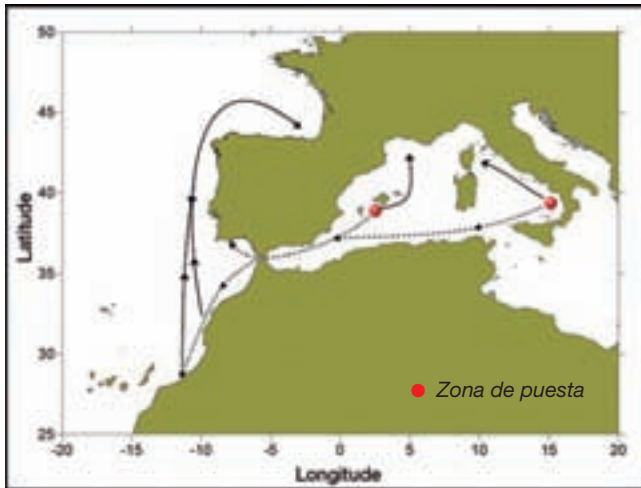


FIGURA 7. Esquema migratorio del atún rojo juvenil nacido en el Mediterráneo occidental (adaptada de Rey y Cort, 1986).

1.4. Migraciones

En la última década se han realizado grandes avances en el conocimiento de sus migraciones gracias a los resultados que han aportado las marcas electrónicas. Antes se estudiaban las vías migratorias del atún rojo con las llamadas convencionales, aún en uso, que son de material plástico (marcas *spaghetti*, ver figura 10). Se comenzaron a utilizar a mediados del siglo XX, pero antes ya se habían empleado los anzuelos que llevaban insertos algunos atunes, para saber su origen geográfico (Sella, 1930); también se llegaron a usar botones reseñados que se insertaban en el opérculo de los atunes capturados para el estudio (Heldt, 1943).

Las marcas *spaghetti* han proporcionado muy buenos resultados durante más de 40 años, pero tienen el inconveniente de que no se puede deducir la ruta migratoria directa, a menos que el tiempo de marcado y recaptura sea tan corto que no de opción a otra posibilidad; lo normal es que ese período de tiempo sea superior a uno o varios años.

Los primeros datos sobre migraciones transatlánticas “directas”, en atunes rojos adultos, fueron los aportados por Mather III (1962) y Mather III *et al.* (1995); con ellos se demostraba que la ruta migratoria entre Bahamas (área de marcaje) y el sur de Noruega (zona de recaptura, a más de 8.000 km) no podía haber sido otra que siguiendo la rama principal de la Corriente del Golfo y la Noratlántica (NAC), ya que entre el marcado y la recaptura habían transcurrido menos de tres meses.

Lo mismo ocurrió con atunes rojos juveniles marcados en las aguas orientales de EE.UU. (Massachusetts) y recapturados en el Golfo de Vizcaya (Mather III *et al.*, 1967) en menos de un año. En este caso, en el que la distancia es de 6.000 km, se supone que la migración también fue “directa”, y que los atunes aprovecharon la corriente Noratlántica y el flujo de corrientes me-

nores que de ella se desprenden, desde el margen continental *Goban Spur* hasta el Golfo de Vizcaya (González-Pola *et al.*, 2005). La migración en sentido contrario (Aloncle, 1973; Cort, 1990) pudo muy bien haber estado favorecida por la Corriente de Azores (AC, figura 5).

La suposición de que el atún rojo se aprovecha de los sistemas de corrientes oceánicas para hacer migraciones transatlánticas ya había sido descrito por McGowan y Richards (1989). A partir de análisis retrospectivos de temperatura y salinidad, estos investigadores comunicaron que las larvas de atún rojo previamente notificadas en el Estrecho de Florida y *Cape Hatteras* se encontraban en la Corriente del Golfo. Rivas (1954) muestra cómo los atunes rojos reproductores que emigran hacia el Nordeste, cerca de Bahamas, están asociados a la Corriente de Florida. Mather III (1962) opina que los atunes adultos que realizaron la rápida y larga migración transatlántica, entre Bahamas y Noruega, se habrían beneficiado de la Corriente del Golfo. Lutcavage *et al.* (2000) hicieron un seguimiento sónico de atunes rojos, durante 30 horas, desde la Bahía de *Cape Cod*, comprobando que la dirección tomada por los peces fue siempre hacia el Este. Por otra parte, Fromentin y Powers (2005), describen que en la década de los 90 las flotas japonesas de palangre se situaron en el Atlántico central a lo largo de la Corriente del Golfo, en donde obtuvieron muy importantes capturas.

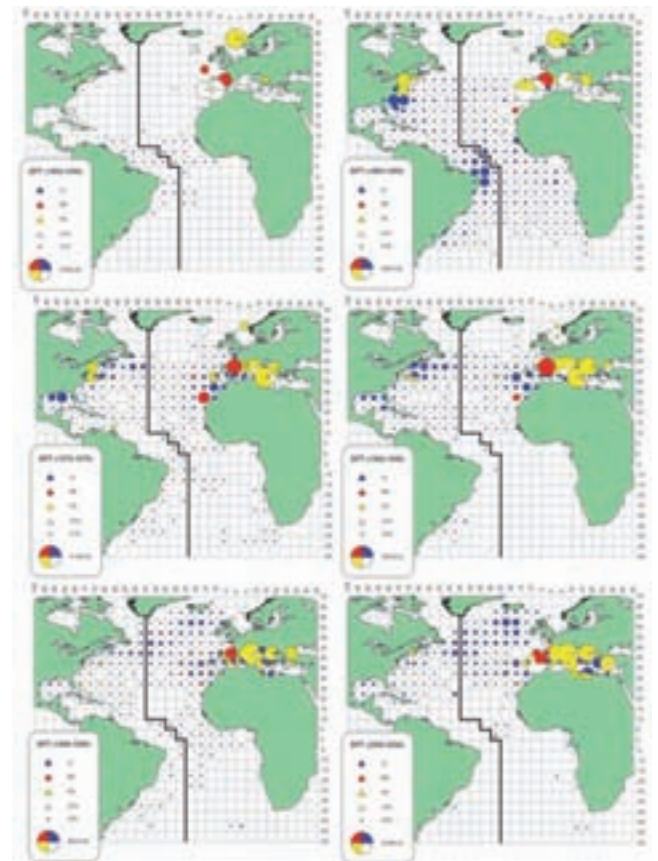


FIGURA 8. Distribución de la pesca del atún rojo (ICCAT, 2007).

Los resultados del marcado electrónico (Block *et al.*, 2005) muestran que, aunque no con una claridad exagerada, los atunes adultos marcados se mantuvieron a lo largo y ancho de los grandes sistemas de corrientes del Océano Atlántico Norte.

Las migraciones de adultos en el Mediterráneo oriental son poco conocidas; no obstante, Sará (1964) describe un sistema de corrientes principales que circulan por el norte de África en sentido Oeste-Este y que Karakulak (2003) señala como coincidentes con las rutas migratorias de *Thunnus thynnus* (figura 6). Según esta autora, en mayo los atunes reproductores se encuentran al norte de Siria, donde son capturados por la flota turca que sigue la migración hasta el Golfo de Antalya. En el pasado, los adultos se encontraban también, durante la estación reproductora, en el Mar Negro (Akyüz y Artüz, 1957), pero desde la década de los 70 su reducción poblacional en este mar fue tan drástica (Zaitsev, 2003) que, a partir de 1986, no se ha vuelto a ver ni un solo ejemplar (Karakulak, 2003).

Las migraciones de peces juveniles, entre 1 y 4 años, en el Mediterráneo central y oriental son menos conocidas, ya que las campañas de seguimiento convencional en estas zonas han sido prácticamente inexistentes, y no se ha seguido con marcas electrónicas este grupo de peces; sin embargo, Sará (1964) cita distintas áreas de concentración de juveniles (< de 5 años), que se presentan más adelante (figura 11).

En el Mediterráneo occidental, el mayor número de campañas se han hecho frente a las costas españolas (Rey y Cort, 1986; Rodríguez-Marín *et al.*, 2007), salvo un caso aislado en los años 60, al norte de Sicilia (Arena y Li Greci, 1970), del que hubo muy pocas recapturas. De los experimentos españoles se han obtenido numerosas recapturas que demuestran interacción entre las pesquerías de juveniles del Mediterráneo occidental y de éstas con las del Atlántico oriental, lo que revela el origen mediterráneo de los peces capturados al oeste del Estrecho de Gibraltar, en las pesquerías de Marruecos, Portugal y del Golfo de Vizcaya; también se demostró con marcas convencionales la migración en sentido inverso: Golfo de Vizcaya-Mediterráneo occidental (Cort, 1990). Otros experimentos, como el estudio de la composición química y presencia de isótopos en partes óseas del atún rojo (Rooker *et al.*, 2007), expresan el origen mediterráneo de los atunes juveniles capturados en el Atlántico oriental. Pero hay que precisar que los atunes rojos que emigran al Atlántico, desde el Mediterráneo occidental, sólo representan una fracción de todos los que anualmente se reclutan en este mar (figura 7); los restantes permanecen en el Mediterráneo, donde son intensamente capturados por las flotas de cerco en las pesquerías de los golfos de León y de Liguria.

Las migraciones del atún rojo en el Adriático fueron descritas por Piccinetti (1980). Los atunes juveniles migran en primavera hacia el Norte, frente a las costas

de las repúblicas balcánicas, donde permanecerán hasta octubre, antes de desaparecer hasta la siguiente temporada (figura 6). En invierno se localiza a estos juveniles en el Adriático central.

Por último, resaltamos que en ninguno de los casos citados se ha demostrado que exista interacción entre las pesquerías de juveniles del Mediterráneo occidental y el oriental, ni tampoco entre las pesquerías del Atlántico oriental y Mediterráneo oriental. Por ello, la utilización de marcas electrónicas para demostrar, o no, esta interacción es muy importante en el futuro próximo.

1.5. Distribución geográfica y pesca

En el Océano Atlántico los atunes rojos se encuentran en aguas que van desde Terranova hasta Brasil, en el lado occidental, y desde Cabo Blanco (latitud 20° N) hasta Noruega y todo el Mediterráneo y el Mar Negro, en el lado oriental.

La evolución de su pesca en el Atlántico Norte ha presentado distintas fases en los últimos 60 años, como se puede observar en la figura 8. De ésta cabe destacar:

■ **Década 1950-59:** la pesca se practicaba, casi en su totalidad, en la parte oriental del Atlántico y en el Mediterráneo con tres métodos de pesca: red de cerco, en el norte de Europa; cebo vivo, en el Golfo de Vizcaya, y con almadrabas, en el Estrecho de Gibraltar y Mediterráneo; en el Atlántico occidental se capturaba en pequeñas cantidades con barcos deportivos, en Bahamas y con red de cerco, en Massachussets (EE.UU.).

■ **Década 1960-69:** en el Atlántico oriental y Mediterráneo se produjeron pocos cambios, pero en el Atlántico occidental hubo un gran desarrollo de la pesca, fundamentalmente debido al palangre japonés frente a las costas de Brasil y este de EE.UU., y a la red de cerco en la costa oriental de este país (Massachussets).

■ **Década 1970-79:** hubo cambios muy importantes que redujeron casi a la totalidad la pesca con almadrabas en el Estrecho de Gibraltar y Mediterráneo, y en el norte de Europa con red de cerco, que también se desarrolló en el Mediterráneo. En el Atlántico occidental (este de Brasil) desapareció la pesca japonesa con palangre y, por el contrario, se desarrolló en el Golfo de México.

■ **Década 1980-89:** la pesca con red de cerco en el norte de Europa es prácticamente inexistente desde 1985, mientras que en el Mediterráneo continúa desarrollándose de forma muy notable. Como consecuencia de las medidas de conservación adoptadas en el Atlántico occidental a partir de 1983, las capturas se redujeron a unas 2.200 t; además, la prohibición de pescar en la zona de reproducción en el Golfo de México produjo la desaparición del palangre japonés en esa zona.

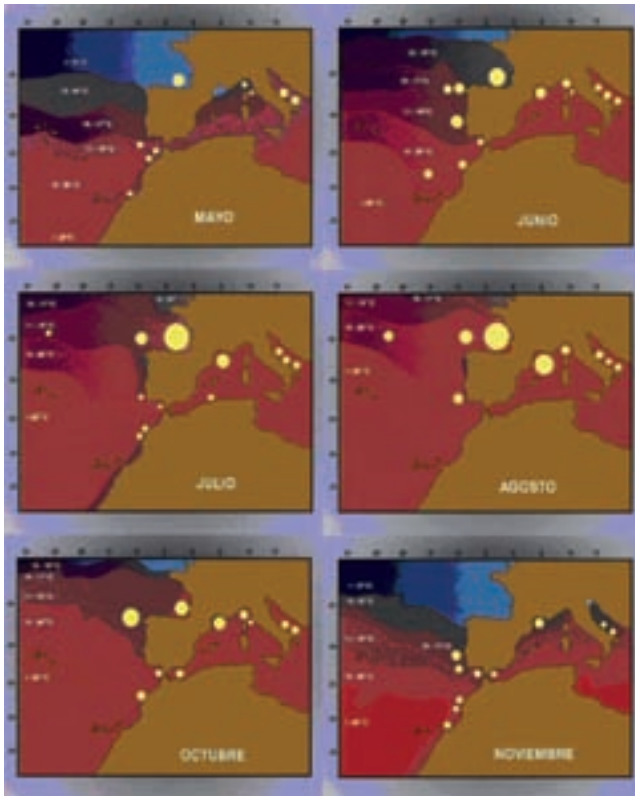


FIGURA 9. Concentraciones estacionales de atún rojo juvenil en el Atlántico oriental y Mediterráneo occidental (adaptada de Cort, 1990).



FIGURA 10. Migraciones del atún rojo desde el Mediterráneo al Atlántico nororiental (Nøttestad y Graham, 2004).

■ **Década 1990-99:** continuo desarrollo de la pesca con red de cerco en el Mediterráneo y gran expansión del palangre japonés en el Atlántico central y oriental.

■ **Período 2000-2004:** prosigue la expansión del palangre en el Atlántico y en el Mediterráneo, y la red de cerco se extiende cada vez más hacia el Este (Libia y Turquía). En el área del Estrecho de Gibraltar aumenta la categoría, debido al desarrollo de nuevas pesquerías de anzuelo (De la Serna, 2004).

1.6. Ciclo biológico del stock oriental

El atún rojo nace entre el final de primavera (mayo) y el principio de verano (junio) en distintas áreas del Mediterráneo: Mar de Levante, Mar Balear y Mar Tirreno. En el trabajo de Rooker *et al.* (2007) se enumeran todos los estudios que citan la presencia de larvas en estas zonas de reproducción. Durante agosto las larvas han crecido y ya tienen apariencia de pececillos, de entre 15 y 20 cm, que son capturados accidentalmente por barcos sardineros cerca de la costa (Rivas, com. pers.). Pero durante el otoño, con 37 cm y 900 g, la pesca ya no es accidental y estos ejemplares son capturados anualmente, en ocasiones a millones. Esto ha venido ocurriendo durante décadas en distintas áreas del Mediterráneo occidental, fundamentalmente frente a las costas de España e Italia, cuando inician sus migraciones hacia el Atlántico (Rey y Cort, 1985). Rey (1983) demuestra que esa migración a través del Estrecho de Gibraltar está favorecida por contracorrientes que se hacen más intensas en la costa, según los niveles de marea. Rey y Cort (1986) publicaron que esos jóvenes atunes, tras cruzar el Estrecho, se concentran en las aguas atlánticas de Marruecos; meses después, serán intensamente capturados por barcos sardineros marroquíes (Brêthes, 1979).

Durante al menos 4 ó 5 años, los juveniles incorporados a las áreas de concentración del Atlántico oriental realizarán migraciones que estarán condicionadas por la distribución de las isotermas superficiales, en sentido Sur-Norte (en primavera) y Norte-Sur (otoño) (figura 9; Cort, 1990). Esta situación se repetirá hasta que alcancen la plena madurez sexual a los 5 años (Corriero *et al.*, 2005), momento a partir del cual se juntarán con los grupos de reproductores mayores durante sus migraciones genéticas hacia el Mediterráneo.

Rodríguez-Roda (1964) define a los atunes en fase de “derecho” como aquellos atunes adultos que vienen desde el Atlántico en dirección a las áreas de reproducción del Mediterráneo, durante la primavera, y a aquellos que regresan al océano, tras la puesta, a principios de verano, los califica de “revés”. En la fase de “derecho” los atunes que cruzan el Estrecho de Gibraltar (abril-mayo) todavía están en fase de madurez sexual lejos de la óptima para realizar la reproducción, siendo durante el viaje a las zonas de puesta del sur de Baleares y Mar Tirreno cuando tiene lugar la total ma-



FIGURA 11. Zonas de concentración de atún rojo juvenil en el Mediterráneo central y oriental (adaptado de Sará, 1964).

duración (Medina *et al.*, 2002). Tras la puesta, los atunes que han consumido gran parte de sus reservas energéticas regresan al Océano Atlántico en migración trófica (Rodríguez-Roda, 1964). Tras cruzar el Estrecho de Gibraltar, la dispersión de los cardúmenes es en sentido Norte-Sur (De Metrio *et al.*, 2003).

La interacción del atún rojo entre las zonas de reproducción del Mediterráneo occidental y las áreas de concentración del Mar del Norte y costas de Noruega fue descrita por Hamre (1963). Años después, otros autores (Cort, 1976 y Nøttestad y Graham, 2004) confirmarían que, en su migración trófica, este grupo de adultos atraviesa la pesquería del Golfo de Vizcaya (figura 10). En nuestros días ya no se producen las concentraciones de atún rojo en las aguas del norte de Europa, ya que estas pesquerías colapsaron a mediados de los años 1980 (Nøttestad & Graham, 2004).

En la figura 2 (resultados del marcado electrónico de Block *et al.* 2005) se puede apreciar cómo los atunes rojos pertenecientes a ambos stocks comparten las áreas de alimentación en el Atlántico central, y cómo las migraciones en uno y otro sentido del océano son muy frecuentes.

En cuanto al Mediterráneo central y oriental, Sará (1964) muestra la presencia de pequeños atunes (0,2 a 3 kg; clase de edad 0), entre los meses de agosto a noviembre, en la cuenca oriental, desde el norte de Israel hasta el Golfo de Antalya (Turquía), Mar de Mármara,

Estrecho del Bósforo y Mar Egeo (figura 11). Evidentemente, en nuestros días en el Bósforo y Mar de Mármara ya no se encuentran estos pequeños atunes, pues los reproductores desaparecieron del Mar Negro en 1986 (Karakulak, 2003).

En el Mediterráneo central encontramos la presencia de pequeños atunillos desde el Golfo de Gabes (Túnez) hasta el Golfo de Sidra (Libia); también en el sur del Mar Adriático y Malta (Sará, 1964).

El ciclo biológico de los atunes rojos de edades intermedias (1 a 4 años) es menos conocido en el Mediterráneo central y oriental, pues no hay pesquerías dirigidas a la captura de estos grupos. Sin embargo, en la figura 11, extraída del trabajo de Sará (1964) se citan las mismas áreas de localización de estos grupos de edad con los de edad 0, antes descritos, con la diferencia de que los juveniles (1-4 años) están presentes en esas zonas durante todo el año.

Por lo que se refiere a las concentraciones estacionales para la puesta en el Mediterráneo oriental, no son tan conocidas como las que tienen lugar en el Estrecho de Gibraltar, pero sí sabemos que hay lugares como el Golfo de Sidra y el extremo oriental del Mediterráneo, el Mar de Levante, en los que anualmente se reúnen grandes cantidades para efectuar la reproducción. Éstas están siendo, en los últimos años, las zonas en las que se capturan las mayores cantidades de peces reproductores para su posterior utilización en las granjas de engorde.



CAPÍTULO II

HISTORIA Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA PESQUERÍA EN EL ATLÁNTICO

2.1. Evolución de las capturas en el stock del Atlántico oriental y Mediterráneo, y sobrecapacidad pesquera actual

En este apartado analizaremos en detalle los cambios en el tiempo de las capturas por arte del *stock* Este (Atlántico oriental) y Mediterráneo, y la situación actual de sobrecapacidad pesquera. En la figura 12 están representadas las capturas declaradas a la ICCAT de los principales artes de pesca del *stock* Este (los artes están separados según operen en el Atlántico o en el Mediterráneo). Se observa una tendencia opuesta: un descenso de las capturas atlánticas y un incremento de las mediterráneas. Las estadísticas del Mediterráneo están incompletas en las dos primeras décadas (1950 y 1960), no obstante la tendencia y los valores relativos siguen siendo válidos.

Es de destacar el descenso de las capturas de las almadrabas tanto en el Atlántico oriental como en el Mediterráneo, donde prácticamente han desaparecido. Las almadrabas representaban un 45% de las capturas totales del *stock* en la década de 1950 y actualmente no llegan ni al 10%. El cerco también ha

presentado grandes cambios, con valores descendentes al comienzo de la serie histórica de capturas en el Atlántico oriental y desembarcos muy pequeños a partir de la desaparición de la pesquería en aguas de Noruega. En cambio, en el Mediterráneo, el cerco aumentó progresivamente desde 1970 alcanzando en la actualidad más del 75% de las capturas declaradas en el Mediterráneo y más del 55% del total del *stock* Este. El palangre ha aumentado su presencia en el Atlántico y en el Mediterráneo, sobre todo a partir de la década de 1990.

En las dos últimas décadas se ha producido un considerable incremento de las capturas en el Mar Mediterráneo, llegando a duplicarse respecto a la década anterior. Este aumento de los desembarcos se ha producido en contra de las recomendaciones establecidas desde mediados de los 70 por la ICCAT, tendentes a limitar e incluso reducir los niveles de captura. El arte que más ha contribuido a este aumento es el cerco, que incrementó sus capturas precisamente a partir de los mismos años en que se establecieron las primeras recomendaciones sobre limitación de la mortalidad pesquera, y sobre todo a partir de 1990.

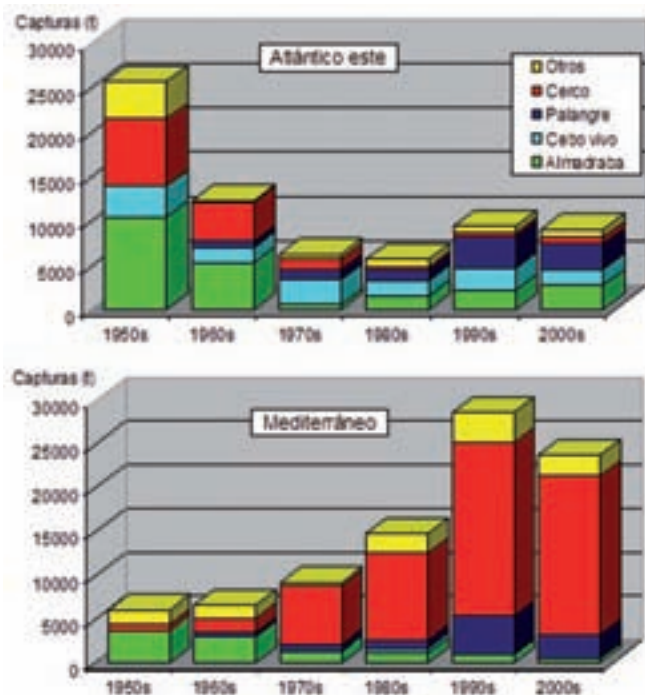


FIGURA 12. Capturas (t) declaradas a la ICCAT del stock Este de atún rojo, promediadas por década y arte de pesca. En el gráfico superior están representados los artes que faenan en el Atlántico y en el inferior en el Mediterráneo. La categoría "otros" incluye otros artes de superficie y deportivos.

Hoy en día son numerosas las flotas y artes que capturan esta especie, se ha producido un aumento del esfuerzo pesquero, ha mejorado la eficiencia de los barcos gracias a los avances tecnológicos y se ha llegado a una situación de sobrecapacidad pesquera a pesar de las medidas de ordenación vigentes. El Comité Científico de la ICCAT (SCRS) realizó en 2006 una estimación de la capacidad pesquera de las flotas que capturan atún rojo y que faenan en el Mediterráneo (ICCAT, 2007). Se estimó que el número total de buques que pescan atún rojo (como objetivo, ocasionalmente o como captura fortuita) se situaba en torno a las 1.700 unidades en el Mediterráneo. Al aplicar la captura anual estimada para cada categoría –por ejemplo, un gran cerquero captura una media de 300 t/año y un buque de línea de mano unas 3 t/año– se obtuvo una captura anual total de 43.500 t para todo el Mediterráneo (ICCAT, 2007). Es decir, el SCRS llegó a la conclusión de que se podría estar pescando alrededor de 50.000 toneladas en todo el stock Este y Mediterráneo, cuando las capturas comunicadas eran de cerca de 33.000 t.

El total permitido de capturas (TAC) para el stock Este en el período 2002-2006 fue de 32.000 t, lo que coincide prácticamente con las capturas declaradas en ese período e induce a pensar que es probable que a partir del establecimiento de TAC, introducido por primera vez en 1998 y de aplicación en 1999, haya conducido a una infradeclaración de las capturas globales.

El desglose de estas estimaciones por artes principales (cerco, palangre, etc.) muestra que la flota de cerco del Mediterráneo realiza la mayor contribución al ex-

ceso de capacidad pesquera con respecto a los límites de captura actuales. Esta estimación muestra que el cerco contribuye con un 75% del total. Ante estos resultados, es evidente que la adopción de medidas de ordenación encaminadas a un mayor control de las capturas de este tipo de arte serían las que tendrían más posibilidades de conseguir resultados inmediatos.

Para agravar más la situación, a finales de los 90 comenzó a desarrollarse una actividad que ha repercutido muy negativamente en el control de la pesquería de cerco en el Mediterráneo. Es la actividad de engorde de atún rojo, que consiste en la captura de los atunes con arte de cerco, su traslado y posterior engorde durante unos meses en jaulas cerca de la costa. Esta práctica ha supuesto un completo cambio en el sistema de pesca tradicional y dificulta la obtención de la captura, su origen, la estimación del esfuerzo y la distribución de tallas de las capturas. En su inicio ha supuesto una infradeclaración de las capturas, aunque cada día se mejora su control. Esta actividad, que surgió para revalorizar el producto de la pesca y que permitió absorber las crecientes capturas de los cerqueros, se ha convertido en un impulsor del incremento de las mismas.

La expansión de las pesquerías de cerco en el Mediterráneo ha generado el desarrollo de nuevos caladeros durante las dos últimas décadas. La distribución espacial de las pesquerías de cerco ha cambiado y ha experimentado una fuerte expansión hacia el este del Mediterráneo en los últimos años, lo que también ha producido un desplazamiento del establecimiento de nuevas las granjas de engorde hacia la parte oriental de este mar.

2.2. Situación actual del stock Este

La última evaluación data de 2006 (ICCAT., 2007). Las conclusiones de esta sesión fueron que la biomasa, o cantidad en peso de los peces reproductores, está descendiendo y supone el 50% del nivel de inicio de los 70. Además, la mortalidad por pesca sigue aumentando, especialmente para los atunes grandes, y es tres veces superior a la que permite alcanzar un nivel máximo sostenible de capturas. Ante estas evidencias, la ICCAT consideró que hay un alto riesgo de colapso del stock y de las pesquerías.

El incremento en la mortalidad por pesca F para atunes grandes (más de 8 años) es consistente con el cambio en el patrón de explotación hacia la captura de atunes grandes destinados a las granjas que se produjo desde 1993, y especialmente en 1998. La disminución en la biomasa de peces reproductores también se aprecia en los índices de almadrabas del Atlántico y en el descenso de capturas de atunes gigantes en la pesca recreativa.

En la reunión de 2006 (ICCAT, 2007), el SCRS evaluó una gran variedad de opciones de ordenación basadas en diferentes combinaciones de tallas mínimas y cierres

temporales y espaciales de distintas pesquerías. Los resultados se organizaron atendiendo a la recuperación de la biomasa de peces adultos con capacidad para reproducirse y a la mortalidad por pesca que permitiría alcanzar niveles sostenibles de capturas. Se estableció un sistema de zonas a modo de semáforo, donde la roja representaba peligro (alta probabilidad de drástico descenso de biomasa reproductora), la amarilla era precaución (alta probabilidad de sobrepesca) y, por último, la verde, donde el *stock* se encontraba en una situación sostenible (seguridad). Casi todas las opciones de ordenación situadas fuera de la zona roja incluían casos donde era necesario establecer al mismo tiempo un incremento de la talla mínima y el establecimiento de cierres espacio-temporales.

El Plan de Recuperación, adoptado en la reunión de la Comisión de la ICCAT (noviembre de 2006), fue insuficiente a pesar de las claras recomendaciones del SCRS sobre las medidas para frenar la sobrepesca, en el sentido de disminuir la mortalidad por pesca y adoptar medidas de ordenación basadas en cierres espacio-temporales y aumento de la talla mínima para que las capturas resultantes no sobrepasaran las 15.000 toneladas. Durante la reunión del Grupo de especies de atún rojo de 2007 (ICCAT) se investigaron los efectos de estas recientes medidas de conservación en la situación del *stock*. En general, los resultados preliminares indican que no es probable que las medidas actuales, aunque son un paso en la dirección correcta, cumplan plenamente el objetivo del plan de recuperar el *stock* Este de atún rojo (SCRS, 2008).

El Plan de Recuperación para el *stock* Este y Mediterráneo establece un TAC mucho más elevado que las capturas que el SCRS ha estimado como sostenibles en la evaluación de 2006 (el Plan de Recuperación establece 29.500 t con una reducción progresiva hasta 25.500 t en 2010, cuando las capturas no deberían de sobrepasar las 15.000 t según el SCRS), una talla mínima de 30 kg con numerosas exenciones y cierres espacio-temporales ligeramente ampliados. También incluye elementos relacionados con el seguimiento, control y vigilancia. Este Plan protege parcialmente a los juveniles del Mediterráneo, ligeramente a los adultos reproductores, adopta pocas medidas reguladoras con el arte con mayor responsabilidad en la sobrepesca y ni siquiera hace mención a una congelación de la capacidad de pesca.

La evaluación de 2006 utilizó los datos declarados a la ICCAT, que representan una subestimación importante de la captura total en los últimos años (ver apartado anterior sobre captura probable por capacidad de pesca de las flotas combinadas). El SCRS de la ICCAT considera que las capturas de atún rojo del Atlántico oriental y Mediterráneo han sido objeto de una fuerte infradeclaración en los años recientes, y que las reglamentaciones sobre talla mínima están afectando a las declaraciones sobre capturas de tallas mínimas. Esta ausencia aparente de cumplimiento del TAC y la infra-

declaración de la captura menoscaban la conservación del *stock* y hacen que pase desapercibido un importante nivel de sobrepesca (SCRS, 2008). Además, en la última evaluación de *stock* (2006), sólo se tuvo en cuenta la información limitada disponible hasta 2004, inclusive. Lo que haya sucedido desde ese año puede haber acelerado los patrones descritos (tendencia descendente del número de reproductores y elevada mortalidad por pesca). En la última década se ha producido un cambio global en el tamaño de los atunes capturados, dirigiéndose la actividad hacia el atún rojo grande. Dado que la mayoría de estos ejemplares se destinan a las granjas de engorde, resulta cada vez más difícil determinar con precisión su composición por talla y edad, lo que, a su vez, afecta a la calidad de los análisis.

Es necesario realizar una importante reducción del esfuerzo pesquero para invertir las tendencias actuales. La capacidad de pesca actual se sitúa muy por encima del TAC establecido. Se sabe que el exceso de capacidad perjudica las acciones de ordenación y, para lograr que se cumpla el Plan de Recuperación, serían necesarias más acciones para mitigar el impacto del exceso de capacidad. En 2006, la Comisión de la ICCAT acordó varias medidas de ordenación que el SCRS considera probablemente insuficientes para recuperar el *stock* hasta alcanzar los objetivos del Convenio en 15 años con un 50% de probabilidad, a menos que se emprendan otras acciones (SCRS, 2008).

La dificultad de cumplir el Plan de Ordenación debido al exceso de capacidad pesquera, antes comentado, se agrava con la dificultad de implementar completamente las tallas mínimas, ya que no es posible evitar totalmente la mortalidad por descarte de los peces pequeños que se capturen (superando la tolerancia). También es difícil reducir de forma importante y continua el esfuerzo pesquero a niveles muy bajos para lograr los objetivos del Plan de Recuperación, ya que si éste sigue, se pescarán ejemplares más grandes y se alcanzarán las capturas permitidas con menos esfuerzo pesquero y en menos tiempo (lo que implica temporadas de pesca muy cortas y/o flotas muy pequeñas). Además todas las previsiones a futuro dependen de que los próximos reclutamientos (ejemplares que se incorporan a las pesquerías) se mantengan en los niveles de los 90 y no se vean influidos por la reducción del número de reproductores actual.

Así, las medidas de talla mínima de 30 kg, junto con las vedas temporales para los barcos de pesca al cerco y para los cañeros, arrastreros pelágicos y el arte de cacea, reducen las capturas totales de los juveniles que se capturaban en la última mitad del año en el Mediterráneo y que se pescaban en el Atlántico a primeros de año (la pesquería de cebo vivo del Estrecho de Gibraltar también captura ejemplares juveniles a comienzos de año).

En el Mediterráneo, casi el 60% de la captura total de ejemplares con talla de reproductor se produce entre

los meses de mayo y julio. De hecho, los años 2003 y 2004 no recogen el desplazamiento de la flota de cerco hacia el Mediterráneo central, en la pesquería frente a Libia, que tiene sus mayores capturas en mayo, por lo que el pico de captura seguramente se encuentra más desplazado hacia mayo. Si además tenemos en cuenta la infradeclaración estimada en el Mediterráneo (asumiendo una "captura real" que ronde las 43.500 t), más del 70% de la captura total de ejemplares con talla de reproductor se produciría entre mayo y julio en el Mediterráneo, en vez del 60%. Este máximo de capturas coincide con las concentraciones que realizan los reproductores para criar. Las vedas para los barcos de pesca al cerco y grandes palangreros del Plan de Recuperación sólo afectan parcialmente a las capturas de reproductores en el área más occidental del Mediterráneo, el área de las Islas Baleares, ya que es en esta parte donde la concentración para la puesta se produce en la época de junio a mediados de julio. El SCRS opina que el potencial para el impacto positivo en el stock de las vedas espacio-temporales para proteger a los reproductores se incrementaría con zonas más amplias y períodos más largos de veda, debido al carácter altamente migratorio del stock y a la movilidad de la flota, ya que ambos factores son susceptibles de menoscabar las potenciales ganancias obtenidas mediante vedas en zonas pequeñas y en cortos períodos de tiempo (ICCAT, 2007).

En definitiva, el Plan de Recuperación adoptado no aborda una reducción de la capacidad de pesca ni del esfuerzo de la misma (sobre todo de las flotas, que han tenido un desarrollo posterior a las medidas restrictivas de hace 15 años). Aunque ha aumentado la protección de atunes juveniles, especialmente en el Mediterráneo, prácticamente no ha incrementado el cuidado de los reproductores, puesto que las medidas de ordenación basadas en vedas espacio-temporales cubren el final del pico de captura de estos ejemplares grandes del Mediterráneo. Además este pico de captura ya se había desplazado al mes anterior a la época de veda establecida en el Plan cuando éste se adoptó (ICCAT, 2007 y SCRS, 2008), posiblemente debido a una disminución de los rendimientos pesqueros en el Mediterráneo occidental (Islas Baleares) en relación con el área de pesca frente a Libia en el Atlántico central (De la Serna y Rodríguez-Marín, 2007). El establecimiento de vedas espacio-temporales en las zonas y épocas de reproducción (muy localizadas y muy breves en esta especie), donde los atunes son muy vulnerables al concentrarse y situarse en aguas superficiales para realizar la puesta (Medina *et al.*, 2007), es una medida que, sumada a una plena implementación de la talla mínima, puede iniciar la recuperación de las existencias.

2.3 Especificidades del Plan de Recuperación (ICCAT, 2006)

Las principales medidas adoptadas en el Plan de Recuperación (ICCAT, noviembre 2006), aplicado desde

mediados de junio de 2007, tras su aprobación por la Comisión Europea, incluyen:

- Reducción progresiva del total admisible de las capturas desde 29.500 t hasta 25.500 t en 2010.
- Vedas para la captura de atún rojo:
 - Del 1 de junio al 31 de diciembre para barcos palangreros de más de 24 m con zonas de excepción.
 - De 1 de julio al 31 de diciembre para barcos de pesca al cerco.
 - De 15 noviembre al 15 de mayo para los cañeros, arrastreros pelágicos y el arte de cacea.
- Aumento de la talla mínima autorizada, que pasará de 10 kg a 30 kg, con exenciones para barcos de cebo vivo, curricaneros y arrastreros pelágicos del Atlántico oriental, y atún del Mar Adriático capturado para engorde.
- Sistema de inspección que cubre desde las capturas hasta la venta final, incluyendo desembarcos, transbordos y operaciones en granjas marinas.
- Entrada en vigor de un esquema internacional de inspección recíproca, que permitirá la inspección por una de las naciones asociadas a barcos de otra bandera de la ICCAT en alta mar.
- Registro de barcos autorizados a pescar atún rojo, así como de otros artes de pesca (almadrabas).
- Prohibición del uso de medios aéreos para localizar bancos de atún rojo.
- Prohibición del trasbordo de atún rojo en alta mar para los barcos de pesca al cerco. Asimismo, todos los desembarques y las operaciones de introducción en granja estarán sujetas a notificación previa y a medidas de control.
- Regulación de la pesca recreativa, permitiéndose únicamente la pesca de un atún rojo por marea.

2.4. Principales líneas de investigación

Se han publicado recientemente dos trabajos recopilatorios que sintetizan el conocimiento sobre la biología, diferenciación de poblaciones, historia de sus pesquerías y gestión del atún rojo atlántico (Fromentin y Powers, 2005 y Rooker *et al.*, 2007). Asimismo, los expertos que participan en el Comité Científico de la ICCAT, están llevando a cabo varias líneas de trabajo. Atendiendo a ambas fuentes, los principales campos de investigación son:

a) Biología reproductiva. Se están realizando estudios coordinados, en ambos lados del Atlántico, sobre la edad en la que el atún rojo alcanza la madurez. Se trata de revisar las diferencias en que frezan por primera vez: la población del Atlántico occidental realiza la puesta a partir de los 8 años en el Golfo de México, mientras que la del Atlántico oriental lo hace a los 4 años en el Mar Mediterráneo. También se están realizando trabajos

sobre fecundidad (número de huevos), tipo de puesta y comportamiento reproductivo.

b) Identificación y caracterización de las zonas de puesta y estudios de las fases larvarias. Actualmente se realizan campañas de prospección larvaria en varias zonas de puesta del atún rojo, como el Golfo de México y las aguas alrededor de las Islas Baleares en el Mediterráneo. Se están realizando campañas en el Mediterráneo oriental, en el Mar de Levante, donde se ha localizado otra zona de puesta de atún rojo. Estos estudios analizan la abundancia y caracterizan los procesos oceanográficos en estas áreas. Igualmente se están estudiando las primeras fases de vida del atún rojo, atendiendo a su crecimiento y condición nutricional.

c) Alimentación y crecimiento. Se está estudiando la alimentación y el nivel trófico del atún rojo en ambos lados del Atlántico y en el Mediterráneo, a partir del análisis de contenidos estomacales y de la composición de isótopos estables del carbono y el nitrógeno. Esta última técnica permite detectar las presas que forman parte de la dieta a partir de su “firma isotópica”. Respecto al crecimiento, se están utilizando diferentes piezas esqueléticas para determinar la edad de las capturas con el fin de revisar las actuales funciones de crecimiento que permiten relacionar el tamaño con la edad. Recientemente los investigadores canadienses han validado la interpretación de la edad en otolitos mediante la bomba de radiocarbono, es decir, han demostrado que se pueden utilizar estas estructuras para estimar la edad real y que la función de crecimiento que se emplea actualmente sobreestima el crecimiento real y la productividad de la población del Atlántico occidental.

d) Pautas migratorias y diferenciación de las poblaciones. Se están utilizando diferentes metodologías para estudiar las pautas migratorias y la estructura poblacional del atún rojo. Estas técnicas son el marcado, tanto convencional como electrónico, los análisis genéticos y los marcadores químicos. Entre estos últimos se incluyen los análisis mediante isótopos estables del carbono y del oxígeno, que muestran que hay un gran aporte de juveniles y adultos jóvenes desde el Atlántico oriental hacia el oeste. Los estudios genéticos y de marcado electrónico permiten inferir una cierta subdivisión en poblaciones diferenciadas y más o menos residentes.

e) Modelado poblacional y de índices de abundancia. Se están desarrollando modelos matemáticos complejos para evaluar la abundancia de las poblaciones de atún rojo. Éstos permiten incorporar información espacial, procedente de los seguimientos y de los marcadores químicos. También se están desarrollando métodos de simulación para poder analizar diferentes medidas de ordenación. Igualmente se están modelizando índices de abundancia relativa basados en las pesquerías y en campañas larvarias, lo que permite incorporar información sobre los avances tecnológicos de las flotas, características oceanográficas o abundancia de presas.

f) Cultivo de atún rojo. Se está trabajando en la biología reproductiva de la especie en cautividad, incluyendo la obtención de larvas y el control de su desarrollo, y en la mejora de técnicas apropiadas para trabajos rutinarios en acuicultura de atún rojo. Los avances en el mantenimiento de ejemplares en cautividad están permitiendo realizar diferentes experiencias para estudiar la fisiología de esta especie.



© Fred BASSETIAVOUSSE / WWF



CAPÍTULO III

REPRODUCCIÓN EN EL ENTORNO DE ISLAS BALEARES

3.1. Estudios relativos a las larvas en el Mediterráneo, desde una perspectiva histórica, con acento en el archipiélago balear

Las zonas de reproducción y desove del atún rojo del Atlántico han sido desde tiempos remotos un tema de interés. Hace mucho tiempo hubo autores que ya sospecharon que la especie desovaba en el Mediterráneo. Aristóteles (siglo IV a.C.), por ejemplo, ya emitió la hipótesis de que su reproducción tenía lugar en el Mar Negro; y, mucho más tarde, los científicos encontraron reproductores y huevos en esa región (Vodianitzki y Kazanova, 1954; Akiüz y Artüz, 1957). Se creía igualmente que existían otras zonas de desove a lo largo de las costas de Cerdeña, Sicilia y Tunicia.

Sin embargo, una de las primeras referencias concretas a la presencia de larvas de atún rojo en el Mediterráneo se encuentra en Ehrebaum (1924). Tras analizar muestras de plancton de todo el Mediterráneo entre 1908 y 1910, este autor atribuyó algunas de las larvas al atún rojo del Atlántico. En realidad, éstas eran larvas de albacora (*Thunnus alalunga*) y aquellas que él atribuyó a la bacoreta (*Euthynnus alleteratus*) eran seguramente larvas de atún rojo del Atlántico (Richards, 1976). Por último, Sella (1924) fue el primer científico que identificó correctamente las larvas de atún rojo (figura 13) en el Mediterráneo, a partir de muestras

biológicas recogidas en la zona de Messina. Otros estudios llevados a cabo entre 1920 y 1930 representaron progresos en la correcta identificación de las larvas de atún rojo, como también con respecto a las características de las fases embrionaria y larvaria (Sanzo, 1929, 1932). Después de la publicación de estos trabajos pioneros no hubo ninguna contribución significativa sobre el tema de las larvas del atún rojo en el Mediterráneo hasta los años 70.

En 1971 y 1972 científicos franceses y españoles estudiaron las larvas de varias especies de atún en las Islas Baleares (Duclerc *et al.*, 1973). Los trabajos revelaron la presencia de larvas de atún rojo del Atlántico y de otros túnidos, como la melva (figura 13; *Auxis rochei*), cerca de Mallorca y Menorca. En los siguientes años, la Comisión Internacional para la Investigación Científica del Mar Mediterráneo (CIESM) apoyó las investigaciones posteriores sobre las larvas de túnidos en varias zonas del Mediterráneo. Estos estudios resultaron muy útiles, y así, se señaló la existencia de larvas de atún rojo, albacora y melva en las aguas del Mar Balear (Dicenta *et al.*, 1975), igualmente larvas de melva y muy pocas de albacora y atún rojo cerca de las costas argelinas (Piccinetti *et al.*, 1976, 1977a); algunas de melva y atún rojo en el Adriático (Piccinetti *et al.*, 1977b) y unas pocas larvas de melva y una sola de atún listado negro (*Euthynnus lineatus*) en el Egeo (Barrois, 1977).

FIGURA 12.

Larvas de los grandes pelágicos presentes en las aguas de Baleares



Pez espada. *Xiphias gladius*



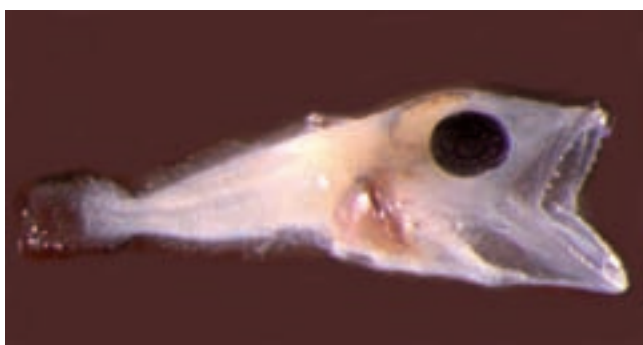
Marlina. *Tetrapturus* sp.



Bonito atlántico. *Sarda sarda*



Bacoreta. *Euthynnus alleterattus*



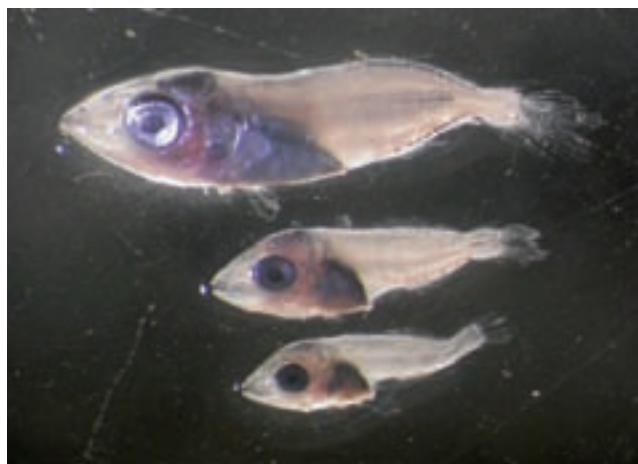
Albacora. *Thunnus alalunga*



Atún listado. *Katsuwonus pelamis*



Atún rojo. *Thunnus thynnus*



Melva. *Auxis rochei*

**Albacora** *Thunnus alalunga***Melva** *Auxis rochei***Pez espada** *Xiphias gladius*

© Antonio OJEA / WWF

Luego siguieron otros estudios “regionales” que fueron realizados en algunas de las zonas del Mediterráneo mencionadas anteriormente (Dicenta, 1983, Baleares; y Piccinetti y Piccinetti-Manfrin, 1978, Adriático) y que llevaron a resultados similares. Varios trabajos fueron llevados a cabo cerca de Sicilia, en los Mares Tirreno y Jónico (Dicenta, Piccinetti y Sará, 1979; Potoschi *et al.*, 1994; Cavallaro *et al.*, 1994), donde fueron encontradas larvas de atún rojo del Atlántico, albacora y melva. En el Mediterráneo nororiental, en cambio, había solamente larvas de bonito (*Sarda Sarda*) y melva (Sabatés y Recasens, 2001).

En 1975 y 1977 el Instituto Español de Oceanografía (IEO) llevó a cabo otros estudios de más envergadura sobre las larvas de atún en todas las aguas del Mediterráneo occidental (Dicenta, 1977; Dicenta y Piccinetti, 1978). Aunque estas investigaciones mostraron que el Mar Tirreno presentaba la densidad máxima de las larvas de atún rojo, las aguas Baleares se situaron, en ambos casos, en segunda posición en cuanto a las mayores concentraciones de atún rojo y la máxima densidad de larvas de melva y albacora.

En 1994, bajo los auspicios de la ICCAT, se realizaron estudios sobre las larvas de túnidos de amplitud comparable por los buques de investigación japoneses (Tsuji *et al.*, 1994 y 1997; y Nishida *et al.*, 1998) e italianos (Piccinetti *et al.*, 1996a y b) y cubrieron todo el Mediterráneo. Aunque el navío japonés se concentró más en la recogida de muestras del Mar Tirreno, donde esperaba recoger una gran cantidad de larvas de atún

rojo, las abundancias larvianas máximas correspondieron al Mar Jónico (sureste de Sicilia). El estudio italiano llegó a resultados similares: había una concentración significativa de larvas de atún rojo en las aguas sicilianas (Canal de Sicilia y mares Tirreno sur y Jónico norte) y al sur de las Baleares. La densidad de larvas de atún rojo aparecía en un punto bastante aislado al noreste del Golfo de Sidra, cerca de la costa libia, indicando que el atún rojo también desovaba en el Mediterráneo oriental. Esto ha sido confirmado recientemente, cuando se encontraron larvas de atún rojo, albacora y bacoreta al sur de la península de Anatolia (Karakulak *et al.*, 2004; Oray y Karakulak, 2005). No obstante, en lo que al atún rojo se refiere, la segunda y la tercera abundancias larvianas máximas fueron registradas al sur del archipiélago balear.

En los años 80 se desarrollaron otros estudios científicos cuyos resultados mostraron que había efectivamente abundancias larvianas significativas de atún rojo, albacora y bacoreta alrededor de las Islas Baleares (Dicenta, 1983 y Alemany, 1997). Además de la información sobre las larvas (Dicenta, 1977 y 1978; Dicenta y Piccinetti, 1978; Tsuji *et al.*, 1994 y 1997; Piccinetti, Piccinetti-Manfrin y Soro, 1996; y Nishida *et al.*, 1998), estos estudios confirmaron también la importancia de las aguas baleares como zonas de reproducción para el atún rojo del Atlántico y otros túnidos. Por encima de ello, otros estudios recientes sobre las larvas realizados en la zona del archipiélago balear han indicado la presencia de otros escombriformes, como el pez espada (*Xiphias gladius*) y merlines (*Tetrapturus sp.*).

bía sugerido Roule (1914, 1917). Éste último estimaba que la maduración tenía lugar en el período que coincidía con el incremento térmico más alto, tal como fue confirmado por los estudios posteriores (Rodríguez-Roda, 1964 y 1967; Medina *et al.* 2002), y también que los grandes atunes rojos que estaban en fase de maduración tenían una preferencia evidente por aguas más frías y menos saladas, a diferencia de los ejemplares más pequeños. Scordia (1933), aunque no consideraba que el atún rojo del Mediterráneo desovaba en este mar, dijo que la llegada de las corrientes del Atlántico había causado la migración del atún rojo para la reproducción. Sarà (1964 y 1973) sostenía asimismo que la entrada de los atunes rojos en las almadrabas dependía en gran medida de la posición de las corrientes atlánticas y creía que los grandes atunes rojos en fase de maduración que caían en las almadrabas se habían dejado llevar por la corriente atlántica desde el océano hasta el Mediterráneo.

Por supuesto, los estudios sobre la distribución de las larvas de atún rojo en relación con las características hidrográficas a gran escala podrían confirmar estas hipótesis. Algunos de los trabajos mencionados sobre la abundancia de larvas de atún rojo y su distribución proporcionan igualmente información respecto a los parámetros medioambientales, incluso mapeando los escenarios hidrográfico de la zona objeto del estudio (Tsuji *et al.*, 1997). Sin embargo, a pesar de la extensa bibliografía sobre la abundancia y distribución de larvas de atún rojo y otros túnidos en el Mediterráneo, sigue habiendo lagunas importantes respecto a la ecología de las larvas de atún rojo.

Consciente del riesgo real de que esta población desaparezca, el Comité Permanente de la ICCAT recomendó en 1999 la intensificación del estudio de la biología de esta especie y de la influencia medioambiental sobre su ecología, incluyendo sus fases iniciales de vida, tratando de identificar qué es lo que podría garantizar la sostenibilidad de este precioso recurso.

De acuerdo con esta recomendación, el IEO lanzó en 2001 un proyecto de investigación denominado TUNIBAL, encaminado a estudiar la ecología de las larvas del atún rojo y de otras especies afines en las aguas del archipiélago balear, con el propósito de comprender mejor el proceso de reclutamiento de los atunes rojos. En el marco de este proyecto se llevaron a cabo cinco campañas (entre 2001 y 2005) en la zona del archipiélago balear. Estas prospecciones encontraron larvas de atún rojo, albacora y melva con bastante frecuencia (1/6, 1/3 y 1/2 de las muestras disponibles, respectivamente), mientras que el número de larvas de otros túnidos, como bacoreta, atún listado (*Katsuwonus pelamis*) y bonito, fue reducido. Se analizaron las preferencias ambientales de cada especie a la hora del desove, incluyendo las variables físicas (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto), del espacio (latitud, longitud, profundidad y velocidad de las corrientes) y biológicas (biomasa del plancton).

Apoyándonos en estos estudios, se puede afirmar que las características hidrodinámicas complejas en la zona de las Islas Baleares, resultado de la interacción entre las masas de agua superficiales entrantes del Atlántico (AW) y las aguas superficiales del Mediterráneo (MW), desempeñan un papel clave en la determinación de la abundancia y distribución de las larvas de atún en esta zona, sobre todo en el caso del atún rojo del Atlántico. El desove de esta especie parece realizarse principalmente en aguas abiertas (*offshore*) mixtas, tal como lo sugieren sus preferencias por aguas con salinidad entre 36,9 y 37,7, situadas en la proximidad de zonas frontales, a la confluencia de las AW y MW. La distribución de las larvas sugiere asimismo que los reproductores llegan a Baleares con la ayuda de las aguas entrantes AW, lo que apoya la hipótesis de Sarà (1964 y 1973).

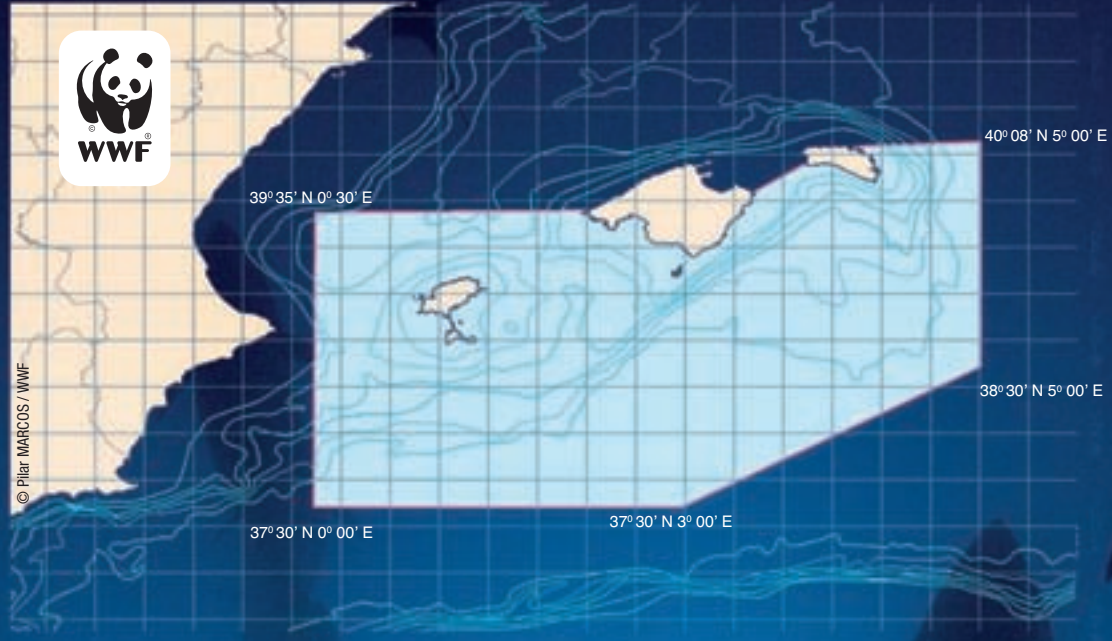
Desde el punto de vista hidrográfico, la región balear está considerada como una zona de transición entre el Mediterráneo y el Atlántico. Durante el verano, en la época más intensa de desove del atún rojo, las aguas superficiales provenientes del Atlántico entran en las Islas Baleares bajo la forma de remolinos o filamentos separados de la corriente principal de las aguas atlánticas, que entra en el Mediterráneo por el Estrecho de Gibraltar debido a la inestabilidad del frente Almería-Orán. La interacción entre las masas de agua superficiales del Atlántico y del Mediterráneo, así como la influencia de la topografía de las islas, provocan una configuración hidrodinámica compleja caracterizada por una fuerte circulación geostrofica y sistemas frontales intensos (López-Jurado *et al.*, 1995; Pinot *et al.*, 1995 y Vélez-Belchí *et al.*, 2001).

El escenario hidrográfico general, a gran escala, resultó el mismo en todas las campañas TUNIBAL: las aguas superficiales del Mediterráneo predominan en la subcuena norte, mientras que al sur del archipiélago balear eran las aguas superficiales entrantes del Atlántico las que ocupaban la mayor parte de la subcuena argelina. Como consecuencia del encuentro entre los dos tipos de masas de agua se forma un frente de densidad, con las más densas del Mediterráneo distribuidas al norte de la zona estudiada y las menos densas del Atlántico ocupando la parte sur. Por encima, el área sur del Mar Balear (por la topografía de sus fondos marinos) es una zona donde constantemente se forman remolinos anticiclónicos. Esta configuración a gran escala es una característica particular del archipiélago balear y sobre todo de su parte sur, como zona de convergencia y, por lo tanto, como zona de fuerte retención.

Por el contrario, se observó una variabilidad significativa de un año al otro en lo que se refiere a la distribución y a las características hidrográficas a escala media. Estas condiciones hidrográficas han convertido al Mar Balear en una de las principales zonas de desove para el atún rojo del Atlántico, tal y como evidencian el conjunto de datos sobre la abundancia de larvas de atún rojo en todo el archipiélago balear entre 2001 y 2005 (*figura 14*).



© Pilar MARCOS / WWF



© Brian J. SHERRY / National Geographic Image Collection

CAPÍTULO IV

SANTUARIO PARA EL ATÚN ROJO DEL ATLÁNTICO EN LAS ISLAS BALEARES

4.1. Propuesta de WWF

El presente informe identifica las principales zonas de desove del atún rojo y aboga por la creación del primer santuario destinado a proteger la reproducción del atún rojo en las aguas del sur del archipiélago balear. Hay varios argumentos que vienen a apoyar esta propuesta. En primer lugar, los estudios recientes han mostrado que el desove de los atunes rojos sigue ocurriendo en esta zona, con una densidad de los huevos que alcanza el nivel más alto jamás registrado en la cuenca mediterránea. Además, el número de capturas provenientes del Mar Balear ha descendido en los últimos tiempos. El volumen total capturado por las flotas de cerco española y francesa ha pasado de unas 15.000 t en 1995 a 2.270 t en 2006. Esto podría deberse al desplazamiento de la flota hacia otros caladeros del centro del Mediterráneo, pero probablemente este cambio, a su vez, habría sido provocado por la mencionada disminución del volumen de sus capturas.

El cierre de la pesca en el Mar Balear para la flota que se dirige al atún rojo acentuaría la importancia, tanto relativa como absoluta, de estas aguas como zona clave de reproducción del atún rojo y contribución a la recuperación de esta población. El hecho de que en la actualidad la flota de cerco que captura atún rojo faena preferentemente en las aguas centrales del Mediterráneo hace que la idea de la creación de un “santuario para los atunes rojos” en el Mar Balear sea más fácilmente aceptable. Por otro lado, esta medida tendría efectos secundarios muy benéficos si la protección se

extendiese a otras especies de grandes pelágicos a través de limitaciones de la pesca, recreativa y profesional en la zona. Efectivamente, como destaca el informe, las aguas del Mar Balear son una zona extraordinaria para la reproducción de todos los túnidos presentes en el Mediterráneo.

Desde el punto de vista jurídico, hay que mencionar que España creó hace una decena de años una zona protegida muy amplia alrededor del archipiélago balear, lo que significa que la mayor parte del área propuesta como santuario ahora pertenece a las aguas comunitarias. Además, el Parlamento regional de las Islas Baleares acaba de adoptar una propuesta que pide al Gobierno español, a la Unión Europea y a la ICCAT que establezcan urgentemente una zona de protección. Una propuesta similar fue igualmente adoptada por el Senado español.

Tomando en consideración informaciones científicas rigurosas,⁴ tal como fue mencionado en el presente informe, WWF propone que los límites geográficos de esta zona protegida deberían ser los indicados en el mapa que aparece en la portada y la parte superior de la página anterior.

Medidas espaciales similares serían también apropiadas en otras áreas de reproducción del atún rojo en el Mediterráneo, como en el Mar Tirreno y el Levante mediterráneo.

(4) El informe *Gestión espacial para apoyar la recuperación del atún rojo atlántico en el Mediterráneo. Creación de un santuario de atún rojo (o área de cierre permanente de pesca) en el mar Balear* está disponible en www.panda.org/tuna

BIBLIOGRAFÍA

- Akyuz, E.F. y Artuz, G. (1957). Some observations on the biology of tuna (*Thunnus thynnus*) caught in Turkish waters. *Proceedings and Technical Papers, General Fisheries Council for the Mediterranean, Rome*, 4(14): 93-99.
- Alemany, F. (1997). *Ictioplancton del Mar Balear*. Tesis doctoral, Universidad Illes Balears, Palma de Mallorca.
- Alemany, F.; Deudero, S.; Morales-Nin, B.; López-Jurado, J.L.; Palmer, M.; Palomera, I. y Jansà, J. (2006). Influence of physical environmental factors on the composition and horizontal distribution of summer larval fish assemblages off Mallorca Island (Balearic archipelago, Western Mediterranean). *Journal of Plankton Research*, 28(5): 473-487.
- Alemany, F.; García, A.; Gonzalez-Pola, C.; Jansà, J.; López Jurado, J.L.; Rodríguez, J.M. y Velez Belchi, P. (2002). Oceanographic characterisation of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) spawning grounds and associated tuna species off the Balearic Archipelago (Western Mediterranean). 26ª Conferencia de Larvas de Peces, Bergen, julio 2002. *Póster*.
- Alemany, F.; García, A.; Bernal, M.; Velez-Belchi, P.; López Jurado, J.L.; Cortés, D.; González Pola, C.; Rodríguez, J.M. y Ramírez, T. (2005). Abundance and distribution of Thunnus larvae in the Balearic sea (NW Mediterranean) in relation to mesoscale hydrographic features. 29ª Conferencia de Larvas de Peces, Barcelona, julio 2005. *Presentación oral*.
- Alemany, F.A.; García, A.; Quintanilla, L.F.; Vélez-Belchi, P.; Cortés, D.; Rodríguez, J.M.; Fernández, M.L.; González-Pola, C. y López-Jurado, J.L. (2007). Abundance and distribution of tuna larvae off the Balearic Islands in relation to oceanographic features and environmental variables. Primer Simposium GLOBEC/CLIoTOP, La Paz, diciembre 2007.
- Alemany, F. y Vélez-Belchi, P.J. (2005). Hydrological influence on bluefin tuna and related species spawning and larval distribution off the Balearic archipelago. 1º Workshop CLIoTOP (Grupo Trabajo 1) Early Life History of Top Predators, Málaga, octubre 2005.
- Aloncle, H. (1973). Marquage de thons rouges dans le Golfe de Gascogne. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 1: 445-458.
- Amico, F. C. de. (1816). *Osservazioni pratiche intorno la pesca, il corso, il cammino dei tonni. Messina. Practical observations about the Italian fishery, the migrations, and the route of the tuna*.
- Anónimo. (2007). Report of the 2006 Atlantic Bluefin Tuna Stock Assessment Session (Madrid, 12 a 18 de junio, 2006). *Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT*, 60(3): 652-880.
- Arena, P. (1979). Aspects biologiques et comportement des concentrations génétiques du thon rouge en Méditerranée. *Actes des colloques du CNEXO*, 8: 53-57.
- Arena, P. y Li Greci, F. (1970). Marquage de thonidés en Mer Tyrrhenienne. *Journées Ichtyologiques*, CIESM, Roma. 115-119 pp.
- Bakun, A. y Broad, K. (2003). Environmental 'loop-holes' and fish population dynamics: comparative pattern recognition with focus on El Niño effects in the Pacific. *Fisheries Oceanography*, 12(4-5): 458-473.
- Bakun, A. (2006). Fronts and eddies as key structures in the habitat of marine fish larvae: opportunity, adaptive response and competitive advantage. *Scientia Marina*, 70 (sup. 2): 105-122.
- Bard, F. X., Bach, P. y Habitat, J. E. (1996). Ecophysiologie des thons. Quoi de neuf depuis 15 ans? *ICCAT Symposium on Tuna*, Vol (1): 319-340.
- Barrois, J. M. (1977). Données préliminaires sur quelques larves de thonidés recueillies en mer Egée. *Rapport Commission International Mer Méditerranée*, 24: 5.
- Block, B. A., Teo, S. L. H., Walli, A.; Boustany, A.; Stikeshury, M.J.W.; Farwell, C.J.; Weng, K.C.; Dewar, H. y Williams, T. D. (2005). Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna. *Nature*, 434: 1121-1127.
- Block, B. A. y Stevens, E. D. (Eds.) (2001). *Tuna: Physiology, Ecology and Evolution*. Academic Press, Londres, 468 pp.
- Block, B. A.; Dewar, H. y Blackwell, S.B. (2001). Migratory movements, depth preferences, and thermal biology of Atlantic bluefin tuna. *Science*, 293: 1310-1314.
- Boehlert, G. W. y Mundy, B. C. (1994). Vertical and onshore-offshore distributional patterns of tuna larvae in relation to physical habitat features. *Marine Ecology Progress Series*, 107: 1-13.
- Boustany, A. M.; Reeb, C.A.; Teo, S.L.; De Metrio, G. y Block, B. A. (2006). *Genetic data and electronic tagging indicate that the Gulf of Mexico and Mediterranean Sea are reproductively isolated stocks of bluefin tuna* (*Thunnus thynnus*). SCRS, 089.
- Bragança, C. (1899). *Investigações científicas feitas a bordo do yacht Amelia. Pescas Maritimas. I. A pesca do atun no Algarve em 1898*. Lisboa, 104 pp.
- Brêthes, J. C. (1979). Essai d'estimation d'une prise par unité d'effort pour la pêcherie de surface au thon rouge à Casablanca (Maroc). *Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT*, 8(2): 377-380.
- Buck, E. H. (1995). *Atlantic bluefin tuna: International management of a shared resource*. CRS Issue Brief for Congress, 95-367 ENR.
- Carey, F. y Teal, J. M. (1969). Regulation of body temperature by the bluefin tuna. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 28: 205-213.
- Carlsson, J.; McDowell, J. R.; Carsson, L. y Graves, J.E. (2007). Genetic identity of YOY bluefin tuna from eastern and western Atlantic spawning areas. *Heredity*, 98: 23-28.
- Carlsson, J.; McDowell, J. R.; Díaz-Jaimes, P.; Carlsson, J. E. L.; Boles, S.L.; Goldo, J.R. y Graves, J. E. (2004). Microsatellite and mitochondrial DNA analyses of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus thynnus*) population structure in the Mediterranean Sea. *Molecular Ecology*, 13: 3.345-3.356.
- Cavallaro, G.; Manfrin, G.; Lo Duca, G. y Cavallaro, M. (1996). The presence of tuna larvae in the Strait of Messina. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 46(2): 222-224.
- Cetti, F. (1777). *Storia naturale di Sardegna. 3. Amphibi e pesci*. Sassari, Stamperia di J. Piattoli 1-208.
- Clay, D. (1991). Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*): A review. *Inter-American Tropical Tuna Commission, Special Report*, 7: 89-180.
- Correio, A.; Karakulak, S.; Santamaria, N.; Deflorio, M.; Spedicato, D.; Addis, P.; Desantis, S.; Cirillo, F.; Fenech-Farrugia, A.; Vassallo-Agius, R.; De la Serna, J. M.; Oray, I.; Cau, A. y De Metrio, G. (2005). Size and age at sexual maturity of female bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L. N1758) from the Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 483-486.
- Cort, J. L. (1976). Datos sobre la biología y pesca del atún rojo (*Thunnus thynnus*) en el Golfo de Vizcaya. Campaña de 1975 en el puerto de Fuerterrabía. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 5(2): 236-241.
- Cort, J. L. (1990). Biología y pesca del atún rojo, *Thunnus thynnus*, del Mar Cantábrico. *Publicaciones especiales, IEO*, 4: 272 pp.
- De la Serna, J. M.; Alot, E.; Majuelos, E. y Rioja, P. (2004). La migración trófica post-reproductiva del atún rojo (*Thunnus thynnus*) a través del Estrecho de Gibraltar. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 56(3): 1.196-1.209.
- De la Serna, J. M. y Rodríguez-Marín, E. (2007). Average Catch of Bluefin Tuna Obtained by the Spanish Purse Seine Fleet in The West Mediterranean, by Boat and Month During the 1994-2004 Period. Impact of the Change of Fishing Area on Performance. *Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT*, 60(4): 1.286-1.288.
- De Metrio, G.; Arnold, G. P.; Block B. A.; De la Serna, J. M.; Deflorio M.; Cataldo, M.; Yannopoulos, C.; Megalofonou, P.; Beeper, S.; Farwell, C. y Seitz, A. (2002). Behaviour of post-spawning Atlantic Bluefin Tuna tagged with pop-up satellite tags in the Mediterranean and eastern Atlantic. *Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT*, 54(2): 415-424.
- De Metrio, G.; Arnold, G. P.; De la Serna, J. M.; Cort, J. L.; Yannopoulos, C. J.; Labini, G. S.; Deflorio M.; Buckley, A.; Ortiz de Urbina, J. M.; Megalofonou, P.; Pappalepore, M. y Block, B. (2003). Where do Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) spread after spawning in the Mediterranean sea? *Workshop on farming, management and conservation of bluefin tuna*, 5-7 April 2003, Estambul, 89-95.
- De Metrio, G.; Oray I.; Arnold, G. P.; Lutcavage, M.; Deflorio, M.; Cort, J. L.; Karakulak, S.; Anbar, N. y Ultanur, M. (2004). Joint Turkish-Italian research in the Eastern Mediterranean: bluefin tuna tagging with pop-up satellite tags. *Collective Volume of Scientific Papers of ICCAT*, 56(3): 1.163-1.167.
- De Metrio, G.; Arnold, G. P.; De la Serna, J. M.; Block, B. A.; Megalofonou, P.; Lutcavage, M.; Oray, I.; Deflorio, M. y Gunn, J. (2005). Movements of bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) tagged in the Mediterranean Sea with pop-up satellite tags. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 58: 1.337-1.340.
- Desse, J. y Desse-Berset, N. (1994). Stratégies de pêche au 8^{ème} millénaire: les poissons de Cap Andreas Kastros (Chypre). In: *Fouilles récentes à Khirokitia* (Ed. A. Le Brun). Editions Recherche sur Civilisations, Paris, pp. 335-360.
- Dicenta, A. (1975). Identificación de algunos huevos y larvas de tónidos en el Mediterráneo. *Bol. Inst. Esp. Oceanog.*, 198: 21 pp.
- Dicenta, A. (1977). Zonas de puesta del atún (*Thunnus thynnus*) y otros tónidos del Mediterráneo occidental y primer intento de evaluación del "stock" de reproductores de atún. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 234: 109-135.
- Dicenta, A. y Piccinetti, C. (1978). Desove de atún (*Thunnus thynnus* L.) en el Mediterráneo Occidental y evaluación directa del stock de reproductores basado en la abundancia de sus larvas. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 7(2): 389-395.
- Dicenta, A.; Piccinetti, C. y Sara, R. (1979). Recherches sur la mortalité des œufs et larves de thonidés. *Rapports Commission International Mer Méditerranée*, 26: 191-192.
- Dicenta, A.; Franco, C. y Lago de Lanzós, A. (1983). Distribution and abundance of the families Thunnidae and Mullidae in the Balearic waters. *Rapports Commission international Mer Méditerranée*, 28: 149-153.
- Dicenta, A.; Piccinetti, C. y Piccinetti-Manfrin, G. (1975). Observaciones sobre la reproducción de los tónidos en las islas Baleares. *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, 204: 27-37.
- Dieuzeide, R. (1951). Campagne en Méditerranée du navire océanographique de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes "President Theodore Tissier". *Bulletin des Travaux Publiés par la Station d'Aquiculture et de Pêche Castiglione, Alger*, 3: 85-138.
- Dittman A. y Quinn T. (1996). Homing in Pacific salmon: mechanisms and ecological basis. *Journal of Experimental Biology*, 199: 83-91.

- Dodson, J. J. (1988). The nature and role of learning in the orientation and migratory behavior of fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 23: 161-182.
- Doty, M. S. y Oguri, M. (1956) The island mass effect. *Journal du Conseil*, 22 : 33-37.
- Doumenge, F. (1998). L'histoire des pêches thonnières. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 50: 783-802.
- Duclerc, J.; Sacchi, J.; Piccinetti, C.; Piccinetti-Manfrin, G.; Dicenta, A. y Barrois, J. M. (1973). Nouvelles données sur la reproduction du thon rouge (*Thunnus thynnus* L.) et d'autres espèces de thonidés en Méditerranée. *Revue Travaux Pêches maritimes*, 37(2): 163-176.
- Ehrengbaum, E. (1924) Scombriformes. *Reports Danish Oceanographic Expeditions, 1908-1910*, 2(A11) : 1-42.
- Fromentin, F.M. and Fonteneau, A. (2001) Fishing effects and life history traits: a case-study comparing tropical versus temperate tunas. *Fisheries Research*, 53: 133-150.
- Fromentin, J. M. (2002). *STROMBOLI (Spatial and Temporal trends in catch Of Mediterranean Bluefin tuna historical Observations and Latest Inquiries)*. Final Report. EU-DG XIV contract 99/022.
- Fromentin, J. M. y Powers, J. E. (2005). Atlantic bluefin tuna: population dynamics, ecology, fisheries and management. *Fish and Fisheries*, 6: 282-306.
- García, A.; Alemany, F.; Velez-Belchi, P.; Lopez Jurado, J. L.; De la Serna, J. M.; Gonzalez Pola, C.; Rodríguez, J. M. y Jansá, J. (2003a). Bluefin tuna and associated species spawning grounds in the oceanographic scenario of the Balearic archipelago during June 2001. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 55(1): 138-148.
- García A.; Alemany, F.; Véléz-Belchy, P.; Rodríguez, J. M.; López Jurado, J. L.; González Pola, C. y De la Serna, J. M. (2003b). Bluefin and frigate tuna spawning off the Balearic Archipelago in the environmental conditions observed during the 2002 spawning season. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 55 (3): 1.261-1.270.
- García, A.; Alemany, F.; Velez-Belchi, P.; López Jurado, J. L.; Cortés, D.; De la Serna, J. M.; González Pola, C.; Rodríguez, J.M.; Jansá, J. y Ramírez, T. (2005). Characterization of the bluefin tuna spawning habitat off the Balearic archipelago in relation to key hydrographic features and associated environmental conditions. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 58(2): 535-549.
- García, A.; Quintanilla, L. F.; Alemany, F.; Bernal, M.; Cortés, D.; Rodríguez, J. M. y Véléz-Belchi, P. (2007). *Assesing spatio-temporal changes of bluefin (Thunnus thynnus) larval distribution applying GAMs with geographic, hydrographic and biological variables*. Primer Simposium GLOBEC/CLIOTOP, La Paz. Diciembre 2007.
- González-Pola, C. A.; Lavín, A. y Vargas-Yáñez, M. (2005). Intense warming and salinity modification of intermediate water masses in the southeastern corner of the Bay of Biscay for the period 1992-2003. *J. Geophysical Research*, 110, C05020, doi: 10.1029/2004JC002367.
- Graham, J. B. y Dickson, K. A. (2001). Anatomical and physiological specializations for endothermy. In: *Tuna. Physiology, Ecology, and Evolution* (Eds B.A. Block and E.D. Stevens). Academy Press, San Diego, CA, pp. 121-165.
- Gunn, J. y Block, B. A. (2001). Advantages in acoustic, archival and satellite telemetry. In: *Tuna: Physiology, Ecology and Evolution*, pp. 167-224 (Eds. Block, B. A. y Stevens, E. D.). Academic Press, Nueva York.
- Hamre, J. (1963). Tuna tagging experiment in Norwegian waters. *FAO, Fisheries Reports*, 6(3): 1.125-1.132.
- Hanski, I. (1999). *Metapopulation Ecology*. Oxford University Press, Oxford.
- Heldt, H. (1943). Études sur le thon, la daurade et les muges. Histories d'écaillés et d'haurçons. *Sta. Océan. Salammbô, brochure 1*.
- ICCAT. (1999). 1998 SCRS detailed report on bluefin tuna. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 49: 1-191.
- ICCAT. (2002). ICCAT workshop on bluefin tuna mixing. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 54: 261-352.
- ICCAT. (2003). Report of the 2002 Atlantic Bluefin Tuna Stock Assessment Session. *Collective Volumes of Scientific Papers ICCAT*, 55: 710-937.
- ICCAT. (2006). Report of the ICCAT Planning Meeting for Bluefin Tuna Research (Madrid, junio 27-30, 2005). *SCRS*, 011: 717-749.
- ICCAT. (2007a). Report of the 2006 Atlantic bluefin Tuna Stock Assessment. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 60(3): 652-880.
- ICCAT. (2007b). Report of the 2006 Atlantic Bluefin Tuna Stock Assessment Session (Madrid, junio 12-18, 2006). *SCRS*, 013: 652-880.
- ICCAT. (1997). 1996 SCRS detailed report on bluefin tuna. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 46: 1-301.
- Karakulak, S. (2003) Bluefin tuna fishery in Turkey. *Workshop on Farming, management and conservation of bluefin tuna*, 5-7 April, 2003, Istanbul, Turkey, 120-133.
- Karakulak, S.; Oray, I. y Correiro, A. (2004). First information on the reproductive biology of the bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the eastern Mediterranean. *Collective Volumes of Scientific Papers ICCAT*, 56: 1158-1162.
- Karakulak, S.; Oray, I.; Corriero, A.; Deflorio, M.; Santamaria, N.; Desantis, S. y De Metrio, G. (2004b). Evidence of a spawning area for the bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Eastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 318-320.
- Kritzer, J. P. y Sale, P. F. (2004). Metapopulation ecology in the sea: from Levins' model to marine ecology and fisheries science. *Fish and Fisheries*, 5: 131-140.
- Leis, J. M.; Trnsky, T.; Harmelin-Vivien, M.; Renon, J. P.; Dufour, V.; El Moudni, M. K. y Galzin, R. (1991). High concentration of tuna larvae (Pisces: Scombridae) in near-reef waters of French Polynesia (Society and Tuamotu Islands). *Bulletin of Marine Science*, 48: 150-58.
- Lioka, C.; Kani, K. y Nhhla, H. (2000). Present status and prospects of technical development of tuna sea-farming. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 47: 275-285.
- López-Jurado, J. L.; García Lafuente, J. y Cano, N. (1995). Hydrographic conditions of the Ibiza Channel during November 1990, March 1991, July 1992. *Oceanologica Acta*, 18(2): 235-243.
- Lutcavage, M. E.; Brill, R. W.; Skomal, G.B.; Chase, B.C. y Howey, P.W. (1999). Results of pop-up satellite tagging of spawning size class fish in the gulf of Maine: Do North Atlantic bluefin tuna spawn in the mid-Atlantic? *Canadian J. of Fisheries and Aquatic Sc.*, 56: 173-177.
- Lutcavage, M. E.; Brill, R. W.; Skomal, G. B.; Chase, B. C.; Goldstein, J. L. y Tutein, J., (2000). Tracking adult North Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the northwestern Atlantic using ultrasonic telemetry. *Marine Biology*, 137(2): 347-358.
- Magnuson, J. J.; Block, B. A.; Deriso, R. B.; Gold, J. R.; Grant, W. S.; Quinn, T. J.; Sails, S. B.; Shapiro, L. y Stevens, E. D. (1994). *An assessment of Atlantic bluefin tuna*. Washinton D.C., National Academy Press.
- Mather, F. J. III. (1962). Distribution and migrations of North Atlantic bluefin tuna. *Proceedings 7^o International Game Fish Conference*, Galveston, Texas. 15 Noviembre, 1962.
- Mather, F. J. III; Bartlett, M. R. y Beckett, J. S. (1967). Transatlantic migrations of young bluefin tuna. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 24(9):1991-1997.
- Mather, F. J. III y Jones, A. C. (1973). Recent information on tagging and tag returns for tunas and billfishes in the Atlantic ocean. *Collective Vos. of Scientific Papers of ICCAT*, 1: 501-531.
- Mather, F. J.; Mason Jr, J. M. y Jones, A. (1995). *Historical document: life history and fisheries of Atlantic bluefin tuna*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-370, Miami, Florida, 165 pp.
- McGowan, M. F. y Richards, W. J. (1989). Bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, larvae in the Gulf Stream off the southeastern United States: Satellite and shipboard observations of their environment. *Fisheries Bulletin*, 87: 615-631.
- Medina, A.; Abascal, F. J.; Aragón, L.; Mourente, G.; Aranda, G.; Galaz, T.; Belmonte, A.; De la Serna, J. M. y García, S. (2007). Influence of sampling gear in assessment of reproductive parameters for bluefin tuna in the western Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 337: 221-230.
- Medina, A.; Abascal, F. J.; Megina, C. y García, A. (2002). Stereological assessment of the reproductive status of female Atlantic northern bluefin tuna during migration to Mediterranean spawning grounds through the Strait of Gibraltar. *Journal of Fish Biology*, 60: 203-217.
- Mielgo, R. (2007). En: *The Global Fish Crisis: Still Waters*. Republicado de un artículo publicado en la revista *National Geographic magazine* (edición norteamericana), escrito por Fen Montaigne (abril, 2007).
- Miller, J. M. (1979). Nearshore abundance of tuna (Pisces : Scombridae) larvae in the Hawaiian Islands. *Bulletin of Marine Science*, 29: 19-26.
- Miyake, P. M.; De la Serna, J. M.; Di Natale, A.; Farrugia, A.; Katavic, I.; Miyabe, N. y Ticina, V. (2003). General review of Atlantic bluefin tuna farming in the Mediterranean area. *Collective Vols. of Scientific Papers of ICCAT*, 55(1): 114-124.
- Neilson, J. D. y Campana, S. E. (2007). An update on bluefin tuna age validation, and plans for further age growth research. *SCRS*, 135.
- Nishida, T.S. Tsuji y Segawa, K. (1998). Spatial data analyses of Atlantic bluefin tuna larval surveys in the 1994 ICCAT BYP. *Collective Vols. Scientific Papers of ICCAT*, 48: 107-110.
- Nottestad, L. y Graham, N. (2004). *Preliminary overview of the Norwegian fishery and science on Atlantic bluefin tuna (Thunnus thynnus)*. Informe científico de Noruega a la Comisión de la CICA reunida en Nueva Orleans, 15-21 noviembre 2004. 12 pp.
- Oray, I. K. y Karakulak, F. F. (2005). Further evidence of spawning of bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L., 1758) and the tuna species (*Auxis rochei*, 1810, *Euthynnus alletteratus* Raf., 1810) in the eastern Mediterranean Sea: preliminary results of TUNALEV larval survey in 2004. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 226-240.
- Pavesi, P. (1887). La migración del tonno. *Rendiconti dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, Milano, Ser, 2*(20): 311-324.
- Piccinetti, C.; Piccinetti-Manfrin, G. and Soro, S. (1997) Résultats d'une campagne de recherche sur les larves de Thonidés en Méditerranée. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 46(2): 207-214.
- Piccinetti, C. y Piccinetti Manfrin, G. (1970). Osservazioni sulla biologia dei primi stadi giovanili del tonno (*Thunnus thynnus* L.). *Bollettino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia, Roma*, 25(2): 223-247.
- Piccinetti, C. y Piccinetti, M. (1978). *Tavola Rotonda: Problemi del plankton del Mar Adriatico. Larvae di tinnidi in Adriatico*. Trieste, 14-15 abril, 1978.
- Piccinetti, C.; Piccinetti-Manfrin, G. y Soro, S. (1996a). Larve di tinnidi in Mediterraneo. *Biologia Mina Mediterranea*, 3(1): 303-309.
- Piccinetti, C.; Piccinetti-Manfrin, G. y Soro, S. (1996b). Résultats d'une campagne de recherche sur les larves de thonidés en Méditerranée. *SCRS*, 57.
- Piccinetti, C.; Piccinetti-Manfrin, G. y Dicenta, A. (1977a). Premières peches quantitatives de larves de thonides en Adriatique. *Rapports Commission International Mer Méditerranée*, 24(5).
- Piccinetti, C. ; Piccinetti-Manfrin, G. y Tellai, S. (1977b). Donnes sur les larves des thonides d'Algérie. *Rapports Commission internationale Mer Méditerranée*, 24(5).
- Piccinetti, C. ; Piccinetti-Manfrin, G. ; Barrois, J. M. ; Lalami, Y. y Tellai, S. (1976). Résultats d'une campagne d'étude sur les oeufs et larves de thonidés d'Algérie. *Rapports Commission internationale Mer Méditerranée*, 23(8): 55-56.

- Piccinetti, C. (1980). The bluefin seine fishery in the Adriatic. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 11: 124-128.
- Pinot, J. M.; Tintoré, J.; López-Jurado, J. L.; Fernández de Puelles, M. L. y Jansá, J. (1995). Three-dimensional circulation of a mesoscale eddy/front system and its biological implications. *Oceanologica Acta*, 18: 389-400.
- Potoschi, A.; Cavallaro, G.; Sturiale, P. y Lo Duca, G. (1994). Uova e larve di pescespada (*Xiphias gladius* L. 1758) tonno (*Thunnus alalunga* Bonn. 1788) pescate nello Ionio della Sicilia orientale. *Biologia Marina Mediterranea*, 1(1): 119-124.
- Ravier, C. y Fromentin J. M. (2001). Long term fluctuations in the eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna population. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 1.299-1.317.
- Ravier, C. y Fromentin, J. M. (2004). Are the long-term fluctuations in Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) population related to environmental changes? *Fisheries Oceanography*, 13(3): 145-160.
- Rey, J. C. (1983). El paso del atún rojo (*Thunnus thynnus*) a través del Estrecho de Gibraltar y su relación con la hidrología. Esquemas de migración. *Bol. Inst. Esp. Oceanog.*, 1(1): 85-94.
- Rey, J. C y Cort, J. L. (1985). Reclutamiento de atún rojo (*Thunnus thynnus*) juvenil (clase de edad 0) en las pesquerías del Atlántico Este. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 22: 209-212.
- Rey, J. C. y Cort, J. L. (1986). The tagging of the bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Mediterranean: history and analysis. *CIESM*, 2 pp.
- Richards, W. J. (1976). Spawning of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Atlantic Ocean and adjacent seas. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 5: 267-336.
- Richards, W. J.; Potthoff, T. y Houde, E. D. (1981). Abundance of bluefin tuna larvae and estimates of spawning stock size in the Gulf of Mexico in 1977 and 1978. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 15(2): 273-277.
- Rivas, L. R. (1954). A preliminary report on the spawning of the western north Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Straits of Florida. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean*, 4(4): 302-322.
- Rodríguez-Marín, E.; Rodríguez-Cabello, C.; De la Serna, J. M.; Alot, E.; Cort, J. L.; Macías, D.; Ortíz de Urbina, J. M. y Quintans, M. (2007). Bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) conventional tagging carried out by the Spanish Institute of Oceanography (IEO) in 2005 and 2006. Results and analysis including previous tagging activities. *SCRS*, 036.
- Rodríguez-Roda J. y Dicenta, A. (1981). Áreas de puesta del atún, melva y bonito en las costas de España y Marruecos. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 15(2): 278-283.
- Rodríguez-Roda, J. (1964). Biología del atún, *Thunnus thynnus* (L.), de la costa sudatlántica de España. *Investigación Pesquera, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona*, 25: 33-146.
- Rodríguez-Roda, J. (1967). Fecundidad del atún, *Thunnus thynnus* (L.), de la costa sudatlántica de España. *Investigación Pesquera, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona*, 31(1): 33-52.
- Rodríguez-Roda, J. (1975). Expedición científica para la identificación de zonas de puesta del atún, *Thunnus thynnus* (L.) (Campana "Marruecos", 1" del Cornide de Saavedra). *Resultados Expediciones Científicas B/O Cornide*, 4: 113-130.
- Rooker, J. R. y Secor, D. H. (2004). Stock structure and mixing of Atlantic bluefin tuna: evidence for stable C and O isotopes in otoliths. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 56: 1115-1120.
- Rooker, J. R.; Alvarado, J. R.; Block, B. A.; Dewar, H.; De Metrio, G.; Corriero, A.; Kraus, R.T.; Prince, E. D.; Rodríguez-Marín, E. y Secor, D.H. (2007). Life History and Stock Structure of Atlantic bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*). *Reviews in Fisheries Science*, 15: 265-310.
- Rooker, J. R.; Secor, D.H.; De Metrio, G. y Rodríguez-Marín, E. (2006). Evaluation of population structure and mixing rates of Atlantic bluefin tuna from chemical signatures in otoliths. *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 59: 813-818.
- Rooker, J. R.; Secor, D. H.; Zdanowicz, V. S.; De Metrio, G. y Relini, L. O. (2003). Identification of northern bluefin tuna stocks from putative nurseries in the Mediterranean Sea and Western Atlantic Ocean using otolith chemistry. *Fisheries Oceanography*, 12: 75-84.
- Roule, L. (1914). La biologie et la pêche du thon dans la Méditerranée occidentale. *Revue générale des Sciences pures appliquées, Paris*, 25: 808-814.
- Roule, L. (1917). Etude sur les aires de ponte et les déplacements périodiques du thon commun (*Orcynus thynnus* L.) dans la méditerranée occidentale: conséquences quand à l'extension rationnelle de la pêche de ce poisson. *Annals Institut océanographique, Paris*, 7(7): 1-26.
- Sabatés, A. y Recasens, L. (2001). Seasonal distribution and spawning of small tunas (*Auxis rochei* and *Sarda sarda*) in the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina*, 65(2): 95-100.
- Sanzo, L. (1929a). Uova a larve di tonno ("Orcinus thynnus Ltkn."). *Rendiconti, Atti della Reale Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, Serie 6*, 9(1): 104-106.
- Sanzo, L. (1929b). Uova e primi stadi larvali di tonno ("Orcinus thynnus Ltkn."). *Memori, R. Comiatio Talassografico Italiano, Venezia*, 189: 1-16.
- Sanzo, L. (1933). Uova e primi stadi larvali di Alalunga (*Orcynus germo* Ltk.). *R. Com. Talas. Ital., Mem. CXCVIII*, 10 pp.
- Sará, R. (1964). Data, observations and comments on the occurrence, behaviour, characteristics and migrations of tunas in the Mediterranean. *Proceedings and Technical Papers, General Fisheries Council for the Mediterranean, Rome*, 7(37): 371-388.
- Sará, R. (1973). Sulla biologia dei tonni (*Thunnus thynnus* L.) modelli di migrazione e di comportamento. *Bolletino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia, Roma*, 28: 217-243.
- Sará, R. (1983). *Tonni e tonnare: una civiltà, una cultura*. Ed. Lib. Università di Trapani, con tavole dipinte da Giambecchina, 132 pp.
- Scordia, C. (1938) Per la biologia del tonno (*Thunnus thynnus* L.) XV. Le migrazioni dei tonni entro il Mediterraneo. *Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia, Messina*, 5(8): 1-50.
- SCRS (2008) Report for the biennial period, 2006-2007. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas. Part II (2007) - Vol. 2.
- Secor, D.H. (1999). Specifying divergent migrations in the concept of stock: the contingent hypothesis. *Fisheries Research*, 43: 13-34.
- Sella M. (1924). Caratteri differenziali dei giovani stadi di *Orcynus thynnus* L., *O. alalunga* Risso, *Auxis bisus* Bp. *Rendiconti, Tai Della Reale Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, Serie 5*, 33(1): 300-305.
- Sella, M. (1930) Migrations du thon. *Pescadores*, 6: 26-29.
- Sella, M. (1927) Les migrations des thons étudiées par le moyen des hameçons. *Bulletin des Travaux Publiés par la Station d'Aquiculture et de Pêche de Castiglione, Alger*, 2: 101-136.
- Sella, M. (1929a). Migrazione e habitat del tonno (*Tunnus thynnus* L.) studiati col metodo degli am, con osservazioni sull' accrescimento, sul regime delle tonnare ecc. *Memorie, R. Comitato talassografico Italiano*, 156: 1-24 (translations into English: Sella 1930, Van Campen 1952).
- Sella, M. (1929b). Biologia e pesca del tonno (*Tunnus thynnus* L.). *Atti Convengo di Biologia Marina applicata alla pesca, Messina, giugno 1928*, 1-32.
- Sella, M. (1932a). Sulle migrazione del tonno (*Thunnus thynnus* L.) Convegni Biologici, 1° Convegno: Biologia Marina, Napoli, dicembre 1931, 103-136.
- Sella, M. (1932b). Il tonno. *Conferenza Note dell'Istituto Italo-Germanico di Biologia Marina di Reovigno d'Isria*, 3:1-24.
- Sparta, A. (1953). Uova e larve di *Tetrapturus belone* Raf. *Aguglia Imperiale. Boll. Pesca e Idrobiol.*, VIII(1): 58-63.
- Stokesbury, M. J. W.; Teo, S. L. H.; Seitz, A.; O'Dor, R. K. y Block, B. A. (2004). Movement of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) as determined by satellite tagging experiments initiated off New England. *Canadian J. of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61: 1.976-1.987.
- Teo, S. L. H.; Boustany, A.; Dewar, H.; Stokesbury, M.; Weng, K.; Beemer, S.; Seitz, A.; Farwell, C.; Prince, E. D. y Block, B. A. (2007). Annual migrations, dining behaviour and thermal biology of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, to breeding grounds in the Gulf of Mexico. *Marine Biology*, 151: 1-18.
- Thomazi, A. (1947). *Historie de la pêche des âges de la pierre à nos jours*. Ed. Payot, Paris, 646 pp.
- Tiews, K. (1963). Synopsis of biological data on bluefin tuna (*Thunnus thynnus* (Atlantic and Mediterranean)). *FAO Fisheries Reports*, 6(2): 422-481.
- Tsuji, Nishikawa, S.Y.; Segawa, K. y Hiroe, Y. (1997). Distribution and abundance of *Thunnus* larvae and their relation to the oceanographic condition in the gulf of Mexico and the Mediterranean Sea during may through august of 1994 (draft). *Collective Volumes of Scientific Papers of ICCAT*, 46(2): 161-176.
- Vélez-Belchi P. y Tintoré J. (2001). Vertical velocities at an ocean front. *Scientia Marina*, 65: 301-304.
- WWF. (2006). The plunder of bluefin tuna in the Mediterranean and East Atlantic in 2004 and 2005. Uncovering the real story. WWF International. Gland, Suiza, 175 pp.
- Zaitsev, Y. (2003). Bluefin tuna in the Black Sea. *Workshop on Farming, management and conservation of bluefin tuna*. 5-7 abril, 2003. Estambul (Turquía): 118-119.