ATUN ROJO

Nombre científico: *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Atún rojo, cimarrón, atún de aleta azul, atún rojo del Atlántico, tonyina.

Figura AR.1. Dibujo de un atún rojo con descripción de las partes del cuerpo y formas de medir su tamaño. (Origen H. Dodds, 1999. http://www.terra.es/personal/atuntuna/atuntuna.htm).

Identificación: Cuerpo largo, fusiforme y redondeado. Sus ojos son pequeños respecto al resto de los atunes, y las mandíbulas alcanzan el borde anterior del ojo, con dientes cónicos y pequeños, distribuidos en una sola hilera. Aletas pectorales muy cortas, nunca alcanzan el espacio entre las dos dorsales. La altura de la segunda aleta dorsal es mayor que la de la primera dorsal, y ambas están muy juntas. Coloración azul oscuro, tirando a negro, en el dorso y la zona superior, los costados inferiores son plateados, con bandas y puntos grises, que se difuminan después de morir. La primera aleta dorsal es azulada o amarilla, mientras que la 2ª dorsal es marrón rojiza. Las pínulas son de color amarillo y la quilla caudal central es negra en los adultos y semi-transparente en los jóvenes.

Distribución y habitat: El atún rojo es una especie pelágica oceánica que tiene una amplia distribución en el Atlántico Norte, desde el norte de las costas brasileñas hasta Terranova en el Atlántico Oeste, y desde Cabo Verde hasta el norte de Noruega y por todo el mar Mediterráneo en el Atlántico Este (en azul en la figura).

Figura AR.2. Distribución geográfica del atún rojo en el Atlántico. Las líneas negras de la figura representan las principales rutas migratorias y las áreas amarillas las zonas de reproducción.

La línea discontinua roja delimita las dos unidades de ordenación o stocks del Atlántico. (Figura tomada de Fromentin 2006).
Es una especie altamente migratoria capaz de efectuar grandes desplazamientos entre las zonas de alimentación y reproducción, llegando a realizar viajes trans-atlánticos. La distribución se amplía con la edad, de forma que el atún rojo más grande se adapta a las aguas más frías y es capaz de realizar migraciones más extensas. El marcado electrónico ha permitido conocer que el atún rojo es capaz de soportar bajas (hasta 3°C) y altas (hasta 30°C) temperaturas debido a su capacidad para regular su temperatura interna. También, gracias al marcado electrónico, se ha comprobado que tanto los juveniles como los adultos se sumergen frecuentemente hasta 500 o 1000 m de profundidad (Fromentin and Powers, 2005; Fromentin, 2006).

Crecimiento: El procedimiento para determinar la edad en atún rojo se ha basado en la identificación de anillos o bandas en piezas esqueléticas (otolitos, espinas y vértebras), pero también se han utilizado las distribuciones de talla y los datos obtenidos de experiencias de marcado y recaptura. El atún rojo atlántico puede alcanzar un tamaño superior a 300 cm y un peso superior a 650 Kg. Estudios muy recientes de validación de la edad basados en la concentración de un isótopo de radiocarbono ^{14}C, demuestran que esta especie puede llegar a vivir más de 35 años.

Figura A.R. 3 Tamaño en longitud y peso para ejemplares de atún rojo de 5, 10, 15 y 20 años.

Los atunes nacidos en junio alcanzan unos 30- 40 cm en octubre y después de un año pesan unos 4 Kg y tienen unos 60 cm de talla . Se han descrito pautas estacionales en el crecimiento, de forma que tanto los juveniles como los adultos crecen rápidamente durante el verano y el comienzo del otoño (hasta un 10% mensual), mientras que el crecimiento es mucho menor en el invierno. El incremento en longitud en los adultos se hace cada vez más pequeño pero en cambio si van aumentando en peso. Hay una pequeña diferencia en el crecimiento de machos y hembras a partir de los 10 años, creciendo los primeros más deprisa y alcanzando una mayor talla que las hembras (Mather et al., 1995; Rodríguez-Marín et al., 2007a; Rooker et al., 2007).

Reproducción: Se considera que el atún rojo del oeste desova a la edad de 8 años (120 Kg), en comparación con la edad de 4 años (30 Kg) de los peces del Este. En el Atlántico oeste, el atún rojo desova en el Golfo de México y en el estrecho de Florida, desde mediados de abril hasta junio. El atún rojo del stock del Atlántico Este desova en el Mediterráneo, desde finales de mayo hasta julio, dependiendo de la zona de desove. Las principales concentraciones de larvas se forman alrededor de las Islas Baleares, alrededor y fundamentalmente al sur de la isla de Sicilia en el Mediterráneo central y al norte de la isla de Chipre en el Mediterráneo oriental, donde la temperatura del mar en superficie está en torno a los 24°C (Rooker et al., 2007).

Alimentación: Es una especie que se alimenta de forma oportunista, siendo los peces, los calamares y los crustáceos especies comunes en su dieta. Fundamentalmente depreda sobre especies que viven en la columna de agua, pero también se han descrito especies presa que viven en el fondo.

Figura AR4 Atún rojo alimentándose de pequeños peces pelágicos (© Stanford University:

http://news-service.stanford.edu/news/2005/may4/gifs/tuna_feeds)

En general la dieta de los juveniles tiene una mayor presencia de pequeños crustáceos y peces pelágicos y los adultos se alimentan de cefalópodos y grandes peces. Los atunes rojos adultos ocupan el puesto más alto de la cadena alimenticia en un puesto similar a los tiburones pelágicos (Rooker et al., 2007) .

Predadores: Cuando son juveniles o pre-adultos pueden ser presa de tiburones y orcas, a medida que crecen dejan de tener prácticamente predadores, excepto el hombre.

Pesca: Las capturas mundiales de esta especie en el área de ordenación del Atlántico Este y Mediterráneo se producen mayoritariamente en el Mediterráneo. En cuanto a las capturas de esta especie por las flotas españolas, actualmente se reparte su procedencia al 50% entre el Mediterráneo y el Atlántico este. Los principales artes de pesca son el cerco, el palangre, las almadrabas y la pesca con caña usando cebo vivo. Las pesquerías españolas de atún rojo aparecen representadas en la siguiente figura, donde se detallan las capturas en peso para las vertientes atlántica y mediterránea españolas.

Figura AR5 Porcentaje de capturas españolas por zona de procedencia y arte de pesca. Valores medios de los años 2001 a 2003.

DATOS DEL MARCADO

Marcado convencional. El marcado con marcas convencionales (ver figura) ha permitido obtener históricamente una información muy valiosa de la biología de esta especie. En el Atlántico Oeste se han marcado con este sistema unos 43 000 atunes desde 1954 (en su mayoría por Estados Unidos y en muy pequeña proporción por Canadá). En el Atlántico Este y Mediterráneo se han colocado unas 17 000 marcas desde comienzos de los años 70 (en su mayoría por España y en muy pequeña proporción por Italia, Grecia y Francia). La mayoría de los atunes marcados en ambos lados del Atlántico han sido ejemplares pequeños (menores de 4 años) si bien tan sólo en el oeste se ha marcado un numero significativo de ejemplares medianos y grandes (entre 4 y 8 años y mayores de 8 años, respectivamente).

Figura AR6. Distinto tipos marcas convencionales (Foto: E. Rodríguez-Marín).

La proporción de ejemplares marcados y recapturados antes de un año muestra que los peces menores de 4 años permanecen en las mismas áreas donde fueron marcados, los de 4 a 8 años y mayores de 8 años realizan, en pequeña proporción, migraciones transatlánticas, lo que evidencia la capacidad de grandes desplazamientos hacia zonas de puesta o de alimentación en

periodos de tiempo muy cortos. Si tenemos en cuenta tiempos mayores a un año entre el marcado y su posterior recaptura, los atunes de menos de 4 años muestran una mayor dispersión, pudiendo incluso realizar migraciones trasatlánticas (aproximadamente un 8% en ambos sentidos) y observándose un gran intercambio de peces pequeños entre el Mediterráneo y el Atlántico este (ver más adelante). Para los peces medianos y grandes con más de un año en libertad, las proporciones indican desplazamientos del oeste al este del Atlántico e incluso entrando en el Mediterráneo en un 22 y un 13% respectivamente (Rooker et al., 2007)

El Instituto Español de Oceanografía ha realizado marcado convencional de juveniles de atún rojo de forma sistemática, en el Atlántico Nordeste (Golfo de Vizcaya) y en el Mar Mediterráneo (área del Estrecho de Gibraltar, Mar de Alborán y área de las Islas Baleares), desde 1977 hasta la actualidad. Este marcado se ha efectuado en campañas científicas en barcos comerciales, pero también se ha realizado marcado oportunista gracias a la colaboración de barcos deportivos y barcos profesionales. Se han marcado cerca de 15 000 atunes alrededor de la Península Ibérica, ver figura adjunta (Cort, 1990; Rodríguez-Marín et al., 2007b).

Figura AR6. Mapa donde se detalla el número de ejemplares juveniles de atún rojo marcados en cuatro áreas alrededor la Península Ibérica: en rojo en el Golfo de Vizcaya, en verde en las costas atlánticas marroquíes, en azul en el Mar de Alborán y en marrón alrededor de las Islas Baleares.

En el Mediterráneo prácticamente el total de los atunes marcados fueron ejemplares de menos de un año y de un año de edad, mientras que en el Golfo de Vizcaya la mayoría de los ejemplares fueron de uno y dos años de edad. El rincón sur oriental del Golfo de Vizcaya constituye una zona de alimentación estacional de juveniles de atún rojo. A finales de junio llegan a esta zona atunes de 1 a 5 años fundamentalmente, aunque aparecen algunos ejemplares de hasta 9 años, y la abandonan a finales de octubre.

La mayoría de las recapturas de ejemplares marcados y recapturados en menos de un año, se produjeron en las mismas áreas donde los individuos fueron liberados. Algunos atunes marcados en el Golfo de Vizcaya se encontraron en el área sur-atlántica de la Península Ibérica. Además, atunes de menos de un año de edad marcados en el Mediterráneo, aparecieron al otro lado del Estrecho de Gibraltar en aguas del Atlántico y en el Golfo de Vizcaya (ver Figura AR7).

Las recapturas de ejemplares con más de un año en libertad (más de un año desde que fueron marcados), muestran una imagen completamente distinta, ver Figura AR7. En el caso de los ejemplares marcados en el Mar Mediterráneo, tanto en la zona del Mar de Alborán como en el área de Baleares, una elevada proporción se recuperó en el Golfo de Vizcaya, lo que evidencia la importante relación entre ambas áreas. En menor proporción se observan recapturas en el Mediterráneo en la misma área donde fueron marcados, lo que muestra que permanecen o regresan al área, y también se observan desplazamientos al otro lado del Estrecho de Gibraltar hacia el área sur-atlántica peninsular. Los ejemplares marcados en las costas atlánticas de Marruecos se desplazan en una elevada proporción al Golfo de Vizcaya. De los atunes marcados

en el norte de la Península Ibérica, la mayoría de las recapturas se produjeron en la misma área, lo que apoya la teoría de que estos ejemplares regresan cada año a esta zona de alimentación estival. También se evidencia el movimiento desde el Golfo de Vizcaya hacia el área sur atlántica peninsular y el Mediterráneo y una significativa proporción que realiza migraciones transatlánticas hacia el oeste.

Figura AR7. Mapas representando las migraciones de atunes juveniles alrededor de la Península Ibérica en función del tiempo transcurrido entre el marcado y su posterior recaptura. A la izquierda con menos de un año y a la derecha con más de un año en libertad. Los números y colores indican el porcentaje de recapturas en función de donde fueron marcados: rojo en el Golfo de Vizcaya, verde en las costas atlánticas marroquíes, azul en el Mar de Alborán y marrón alrededor de las Islas Baleares.

Toda esta información obtenida del marcado, junto con la información procedente de las pesquerías y el conocimiento de las zonas de puesta y alimentación permiten establecer los movimientos y la estrecha relación de los juveniles de atún rojo del Mediterráneo occidental y el Atlántico este. Una fracción significativa de los nacidos en junio en el Mediterráneo occidental (posiblemente en la zona de desove de alrededor de las Islas Baleares) atraviesa el Estrecho de Gibraltar en otoño y se desplaza hacia el área que va desde las costas atlánticas marroquíes hasta Canarias y las Islas Azores, donde pasa el invierno. En la primavera, al cumplir estos atunes el primer año de vida, migran al Golfo de Vizcaya y al llegar el otoño vuelven a las aguas del Golfo de Cádiz y zona nor-atlántica marroquí, realizando estas migraciones entre las áreas de invernada y de alimentación estival hasta los 4 años de vida, momento en el que al alcanzar la madurez sexual, se introducen de nuevo en el Mediterráneo para dirigirse hacia las zonas de puesta donde nacieron (Cort, 1990; Mather et al., 1995; Rodríguez-Marín et al., 2007b).

Figura AR8. Atun rojo marcado con una marca convencional a punto de ser devuelto al mar. Se puede apreciar la cuna de marcado, las marcas preparadas y el paño negro que cubre los ojos para contribuir a su inmovilidad (Foto: E. Rodríguez-Marín).

La capacidad de desplazamiento de estos juveniles puede alcanzar un máximo de 95 km o 50 millas náuticas al día, y los adultos pueden desplazarse hasta 155 km/día o más de 80 millas náuticas al día. Esta velocidad se ha obtenido directamente a partir de recapturas de atunes con sólo un día en libertad y a partir de mayores tiempos de libertad, promediando la velocidad a partir de la distancia recorrida y el tiempo empleado (Cort, 1990; Rooker et al., 2007).

El marcado sirve también para estimar el crecimiento entre la talla medida al marcar y la talla medida al recuperar el ejemplar después de un determinado periodo de tiempo. Así un atún marcado en el Estrecho de Gibraltar en noviembre de 2004 fue recuperado 19 meses más tarde en el Golfo de Vizcaya, habiendo crecido 27 cm. Los datos procedentes del marcado convencional han servido para estimar la curva de crecimiento del Stock Oeste. A su vez este tipo de marcado se ha utilizado para obtener una estimación de la mortalidad de los atunes, es decir en que proporción mueren, por causas naturales o por pesca, según su edad.

Marcado electrónico.

A pesar de que el marcado convencional permite obtener parámetros biológicos valiosos, está limitado por la falta de información entre las posiciones de marcado y recaptura. La información que recogen las marcas electrónicas permite no sólo saber los movimientos, sino también su comportamiento, fisiología y preferencias de habitat. Las marcas electrónicas recogen información de posición (a partir de la intensidad de luz), temperatura interior del cuerpo y exterior y profundidad (a partir de la presión). Las marcas electrónicas utilizadas en atún rojo han sido fundamentalmente las marcas archivo externas de tipo pop-up y las marcas archivo internas (ver Figura AR9). La diferencia reside en que las primeras son exteriores y se programa su liberación sin que sea necesario volver a capturar el pez, pues transmite la información vía satélite; y las segundas que recogen la temperatura interna y al ser más pequeñas pueden ser utilizadas en atunes de menor tamaño, pero que para ser recuperadas es necesario capturar al atún. Ambas son mucho más costosas que las convencionales, siendo Estados Unidos el país que más se ha implicado en su desarrollo tecnológico desde finales de los 90. Los países europeos han empezado a utilizar estas nuevas tecnologías más tarde y por ello el número de ejemplares marcados en ambos lados del Atlántico es muy distinto. Actualmente se están empleando marcas archivo internas en ejemplares juveniles, a partir de los 6 kg.

Figura AR9 Marcas archivo externas de tipo pop-up (foto superior) y marcas archivo internas (fotos inferiores) utilizadas en el marcado de atún rojo.

En las costas de Estados Unidos, la mayoría en Carolina del norte y en menor cantidad en el Golfo de Maine y en el Golfo de Méjico (GOM), se han implantado más de 1000 marcas electrónicas, siendo aproximadamente el 30% del tipo pop-up e implantadas en atunes con un rango de tallas de 140 a 270 cm. La mayoría de los individuos menores de 200 cm permanecen haciendo pequeños desplazamientos norte-sur y ninguno ha entrado en la única zona de puesta conocida en el oeste, el GOM. Los atunes de más de 200 cm visitaron las zonas de desove en el GOM o en el Mediterráneo y también realizan desplazamientos a zonas altamente productivas como las situadas al este de Flemish Cap (45°W) o al suroeste de la Península ibérica; zonas que son interpretadas como áreas de alimentación (Bolck et al., 2005; Rooker et al., 2007).

Categorizando los atunes como reproductores del oeste (si visitaban el GOM en la época de puesta y permanecían al menos 7 días en aguas a más de 24°C), reproductores del este (si visitaban el Mediterráneo o se encontraban en transito desde o hacia las zonas de desove en la

época de puesta) y como neutrales (si no visitaban ninguna zona de puesta, aproximadamente el 80%) se evidencia que los dos primeros conviven en aguas de la plataforma continental de América del Norte y en el Atlántico central pero que no se mezclan ni en el GOM ni en el Mediterráneo, además los reproductores del este no vuelven al oeste una vez que han entrado en el Mediterráneo, si bien, si salen al Atlántico este. Los reproductores del este que se dirigen al Mediterráneo, después de un tiempo de permanencia en el oeste, lo hacen a una edad mucho mayor de los 4 años, edad en la que el 50% de los atunes son sexualmente maduros en el Mediterráneo. Los resultados indican que una porción de atunes nacidos en el Mediterráneo se desplazan y permanecen en el Atlántico oeste hasta que alcanzan la madurez sexual y vuelven a su lugar de nacimiento. La fidelidad al área de puesta también se ha observado en dos reproductores del oeste que hicieron viajes consecutivos durante tres años al GOM en primavera (Bolck et al., 2005).

El mayor esfuerzo de marcado electrónico realizado en el Atlántico este, se ha producido fundamentalmente en el Mediterráneo y con marcas pop-up, aunque también se han puesto, en mucho menor número, al sur de Portugal y en Irlanda. Además se han implantado unas 200 marcas archivo internas en ejemplares de uno y dos años de edad en el Golfo de Vizcaya, Mar Adriático y en las costas del Algarbe. El Instituto Español de Oceanografía ha participado en la mayoría de los proyectos europeos que han financiado estas actividades de marcado electrónico.

Figura AR10 Operación de marcado de un atún rojo con una marca electrónica pop-up. Detalle del anclaje y zona donde se coloca la marca en el atún (Foto: Francisco Abascal).

Los atunes marcados con marcas pop-up en el Mediterráneo se han liberado en el este, centro y oeste del Mar Mediterráneo. Hasta ahora no se ha producido ninguna migración transatlántica, si bien los tiempos programados en las marcas han sido de menos de un año. Los atunes marcados en el Mediterráneo central y oriental suelen permanecer próximos al lugar donde fueron marcados, en cambio los liberados en el lado occidental muestran una mayor movilidad, incluso varios individuos se desplazaron fuera del Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar, trasladándose dos de ellos a considerable distancia: el sur de Islandia y las proximidades de las Islas de Cabo verde. Estos resultados confirman el paso de los atunes a través del Estrecho de Gibraltar en diferente dirección según la época del año. En primavera entran al Mediterráneo para dirigirse a las zonas de reproducción y en verano, una fracción de los reproductores, sale para dirigirse a las zonas de alimentación en el Atlántico nordeste. Estos desplazamientos han sido utilizados desde la antigüedad por los pescadores de almadrabas para capturar los atunes que migraban pegados a la costa en sus desplazamientos de entrada y salida del Mediterráneo, las llamadas almadrabas de derecho y de revés.

El marcado de juveniles con marcas archivo internas en el Mar Adriático muestra que estos atunes permaneces próximos a la zona donde fueron marcados. En cambio una recuperación de un atún de un año marcado y vuelto a recuperar al año siguiente en el Golfo de Vizcaya, muestra su desplazamiento en otoño fuera del Golfo siguiendo el contorno de las costas portuguesas hacia el sur y llegando al área comprendida entre las islas atlánticas portuguesas y el suroeste Peninsular, donde pasa el invierno, para regresar de nuevo al Golfo a finales de

primavera siguiendo la misma ruta en sentido inverso. Esta información refrenda los resultados obtenidos con el marcado convencional y detallados en los párrafos anteriores.

La velocidad máxima calculada a partir de marcas electrónicas es de 72 km al día con una media de 16 km al día y una distancia máxima recorrida de 5 820 km en 304 días (Rooker et al., 2007).

FICHA TÉCNICA
Nombre científico: *Thunnus thynnus*
Nombre común: Atún rojo, cimarrón o atún del Atlántico norte.
Tipo de marca: Convencionales y electrónicas internas y externas.
Objetivo: Migraciones, desplazamientos horizontales y verticales, preferencia de habitat para el modelado de índices de abundancia relativa, comportamiento alimenticio y reproductor, diferenciación de stocks, crecimiento, mortalidad, etc.
Proyectos: Nacionales e Internacionales.
Organismos: IEO. Centro Oceanográfico de Santander y Centro Oceanográfico de Fuengirola.
Duración: Anual desde 1977 hasta la actualidad.
Recompensa: Dinero, camiseta, gorra, lotería de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT), información sobre el ejemplar recuperado .....

Bibliografía útil para ampliar información sobre la biología y las migraciones del atún rojo Atlántico:

Block, B. A., S. L. H. Teo, A.Walli, A. Boustany, M. J.W. Stokesbury, C. J. Farwell, K. C.Weng, H. Dewar, and T. D.Williams. 2005. Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna. *Nature*, **434**: 1121–1127.

Cort, J.L. 1990. Biología y pesca del atún rojo, *Thunnus thynnus* (L.), del mar Cantábrico (Tesis doctoral). *Publicaciones Especiales. Instituto Español de Oceanografía*. Num. 4, 272 pp.

Fromentin, J. M., and J. E. Powers 2005. Atlantic bluefin tuna: Population dynamics, ecology, fisheries, and management. *Fish Fish.*, **6**: 281–306.

Fromentin, J. M. 2006. Field Manual ICCAT. Chapter 2.1.5: Atlantic bluefin tuna. http://iccat.es/Documents/SCRS/Manual/CH2

Mather, F. J., J. M. Mason, and A. C. Jones. 1995. Historical document: life history and fisheries of Atlantic bluefin tuna. U.S. Dep. Comm., NOAA Tec. Mem., NMFS-SEFSC 370.

Rodríguez-Marín, E., N. Clear, J.L. Cort, P. Megafonou, J.D. Neilson, M. Neves dos Santos, D. Olafsdottir, C. Rodriguez-Cabello, M. Ruiz, J. Valeiras. 2007a. Report of the 2006 ICCAT Workshop for bluefin tuna direct ageing. (*Instituto Español de Oceanografía, Santander, Spain, 3-7 April 2006*). *Collective Volume of Scientific Papers, ICCAT,* 60(4): 1349-1392.

Rodríguez-Marín, E., C. Rodríguez-Cabello, J.M. De La Serna, E. Alot, J.L. Cort, D. Macias, and M. Quintans. 2007b. 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. *ICCAT Stand.Com. Res. Stat.* (SCRS)/2007/038.

Rooker; J.R., J.R. Alvarado Bremer, B.A. Block, H. Dewar, G. de Metrio, A. Corriero, R. T. Kraus, E.D. Prince, E. Rodríguez-Marín, D. H. Secor. 2007. Life History and Stock Structure of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*). *Reviews in Fisheries Science*, **15**(4): 265 - 310