



CAPÍTULO 2.1.4: ATÚN BLANCO	AUTOR: AZTI	ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN: 8 oct. 2004
------------------------------------	--------------------	--

2.1.4 Descripción del atún blanco (ALB)

1. Nombre

1.a. Clasificación y taxonomía

Nombre de la especie: *Thunnus alalunga* (Bonaterre 1788)

Sinónimos al uso: *Germo alalunga* (Jordan y Evermann 1896)

Código de especie ICCAT: ALB

Nombres ICCAT: Atún blanco (español), Germon (francés), Albacore (inglés).

Según Collette y Nauen (1983, el atún blanco se clasifica de la siguiente manera:

- Phylum: Chordata
- Subphylum: Vertebrata
- Superclase: Gnathostomata
- Clase: Osteichthyes
- Subclase: Actinopterygii
- Orden: Perciformes
- Suborden: Scombroidei
- Familia: Scombridae
- Tribu: Thunnini

1.b Nombres comunes

Lista de nombres vernáculos utilizados en diversos países, según ICCAT y Fishbase (www.fishbase.org). Aquellos señalados con un asterisco (*) son nombres estándar nacionales, según una prospección llevada a cabo por ICCAT. La lista de países no es exhaustiva y podrían no estar incluidos algunos nombres locales.

Albania: Ton pendgjate

Angola: Avoador

Argentina: Albacora

Australia: Albacore tuna, Longfin tuna

Azores (Islas): Voador

Barbados: Bonito

Benin: Gégú*, Guégou

Brasil: Albacora, Albacora branca*, Albacorinha, Alvacora, Atum, Atum branco, Bandolim, Carorocatá, Carorocoatá,

Canadá: Albacore*, Longfin tuna, Atlantic Albacore, Longfinned albacore, Longfin, Tuna

Québec Canadiense: Germon, Germon Atlantique

Cabo Verde: Asinha, Atum voador, Atum branco, Atum-de-galha-comprida, Peixe-maninha

Chile: Atún de aleta larga

Taipei Chino: Chang chi we*

Colombia: Albacota

Côte d'Ivoire: Germon

Cuba: Albacora

Dinamarca: Albacore, Hvid tun, Tun

Dominicana (Rep.): Albacora

Ecuador: Atún, Sierra

Finlandia: Valkotonnikala

Francia: Germon*, Thon Blanc
Polinesia Francesa: Ikai pererau roa
Alemania: Germon, Thun, Thunfisch*, Weisser Thun
Grecia: Tónnos, Tonnos macropteros, Tónnos macrypteros*, Tonos makroferos, Tounnaki
Hawai: Ahí pahala, Albacore fish, Long-finned tuna
India: Albacore
Israel: Garmon
Italia: Alalunga, Alalonga, Alalongu, Alalunga, Alilonga, Lalonga, Licia, Tonno*, Tonno bianco,
Japón: Binchô, Binnaga*, Tonbo
Kenia: Jodari
Corea: Nal-gae-da-raeng-i
Líbano: T'oûn abyadh
Malta: Alalonga, Alonga, Tonn sekond
Martinica: Germon, Ton blan,
México: Albacora, Atún blanco
Micronesia: Albacore, Taguw, Taguw peras, Taguw tangir,
Mónaco: Ara lunga
Marruecos: Germon
Namibia: Albakoor, Germon, Langflossenthun, Tuna
Países Bajos: Tonijn, Witte tonijn
Antillas Holandesas: Buni habrikos
Nueva Zelanda: Albacore, Albacore tuna
North Marianas: Tárakapw
Noruega: Albakor, Sjørje
Omán: Guiad, Jaydher
Pacífico (Islas del): Aáhi taria
Panamá: Albacora
Papua-Nueva Guinea: Albacore
Perú: Alalunga, Albacora, Atún de aleta larga
Filipinas: Albacore, Albakora, Bayot, Bulis, Iliwon, Karaw, Kiyawon, Tulingan
Polonia: Germon, Tunczyk bialy
Portugal: Voador*, Atum Branco, Atum de barbatana comprida, Ilhéu, Albacora, Àsinha, Atum, Atum voador
Puerto Rico: Albacora
Rumanía: Ton alb, Ton cu inotatoare lungi
Samoa: Apakoa
Senegal: Bonette
Serbia: Bijeli tunj, Dugoperajni tunj, Silac, Tuna
Sierra Leona: Albacore tuna
Somalia: Jodari
Sudáfrica: Albacore, Albakoor, Langvin tuna, Longfin tuna, Longfin tunny*
España: Albacora, Atún, Atún blanco*, Barrilote, Bonito del Norte, Hegaluze
Sta. Helena(Isla de): Bastard Albacore
Suecia: Albacor, Albacora, Albakore, Långfenad tonfisk, Tonfisk, Vit tonfisk
Tahití: A'ahí tari'a
Tanzania: Jodari
Trinidad y Tobago: Albacore, Bonito
Túnez: Ghzel
Turquía: Akorkinoz baligi, Ton baligi, Yazili orkinos
Uruguay: Albacora
Reino Unido: Albacore, Albacore tuna, Longfin tunny
Estados Unidos: Albacore, Longfin tuna
URSS (antigua): Albakor, Al'bakor, Belokrylyj tunets, Belyj tunets, Dlinnoperyi tunets, Dlinnokryli tunets
Venezuela: Albacora*, Barrilote, Atún blanco
Vietnam: Cá ngir vây dài

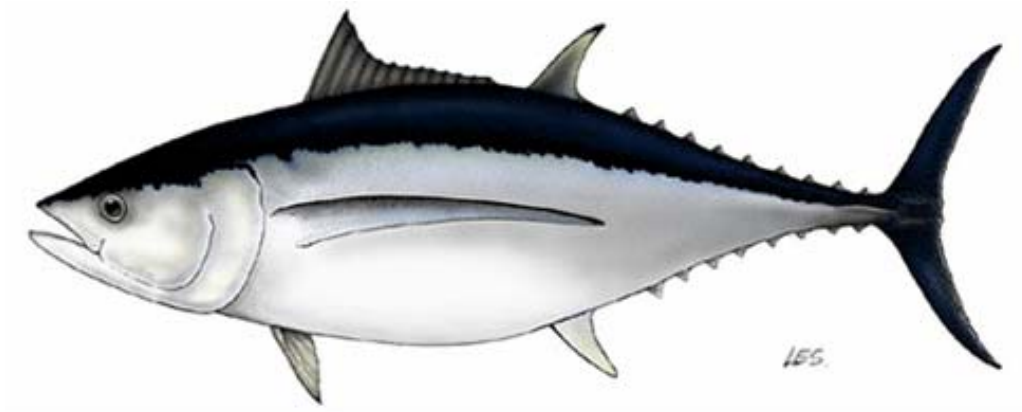


Figura 1. Dibujo de un ejemplar adulto de atún blanco, por Les Gallagher (Les Gallagher: fishpics & ImagDOP Universidad de las Azores).

2. Identificación

Características de Thunnus alalunga (ver **Figura 1** y **Figura 2**)

El atún blanco es una de las especies más pequeñas de túnidos. La talla máxima fue establecida por Collete y Nauen (1983) en 127 cm, y Le Gall (1974) la estimó en 130 cm como una probable talla máxima en el Atlántico.

Con respecto a la edad, Le Gall (1974) calculó una longevidad teórica de 15 años; sin embargo, los experimentos de marcado han demostrado que el atún blanco más longevo recuperado tenía una edad inferior a los 10 años.

Exterior:

- Cuerpo robusto, alargado y fusiforme, cubierto de pequeñas escamas cicloides.
- Aletas pectorales largas (hasta el 30% de longitud a la horquilla o más en peces superiores a 50 cm) que alcanzan las pínulas de la segunda dorsal (o superan la segunda aleta dorsal). No obstante, son relativamente cortas en individuos inferiores a 30 cm. Con frecuencia se le confunde con *T. obesus*, que también posee aletas pectorales largas, pero con extremos redondeados.
- La falta de líneas o puntos distingue al atún blanco de otros túnidos.
- Pedúnculo caudal más delgado, quilla a ambos lados.
- Aleta caudal relativamente corta y amplia, que termina en forma de semicírculo muy marcado, con un estrecho borde blanco posterior, sólo en esta especie.
- Mayor altura corporal o ligeramente inferior al nivel de la segunda aleta dorsal, y más ancho en un punto posterior que en otros túnidos. La segunda aleta dorsal claramente por debajo de la primera aleta dorsal.
- La aleta dorsal posterior y la aleta anal poseen radios blandos. Las aletas ventrales son pequeñas.
- Espinas en el dorso (total): 11-14, radios dorsales blandos (total): 12-16, espinas anales: 0-0, espinas anales blandas: 11-16.
- Vértebras: 18 precaudales más 21 caudales.
- Total de branquias en el primer arco: 25-31. Tienen apariencia de lancetas.

Color:

- Parte dorsal de un azul oscuro metálico, y la parte ventral blanca plateada; en ejemplares vivos, una tenue banda azul iridiscente recorre los laterales.
- Primera aleta dorsal amarillo fuerte, segunda aleta dorsal y aletas anales amarillo pálido, y las pínulas anales de color oscuro. Margen posterior de la aleta caudal, blanco.

Interior:

- Hígado estriado en su superficie ventral (red vascular), dividido en tres lóbulos; el lóbulo central es de mayor tamaño.

- Se observa la presencia de vejigas natatorias, pero poco desarrolladas, que no son evidentes en peces inferiores a 50 cm longitud a la horquilla

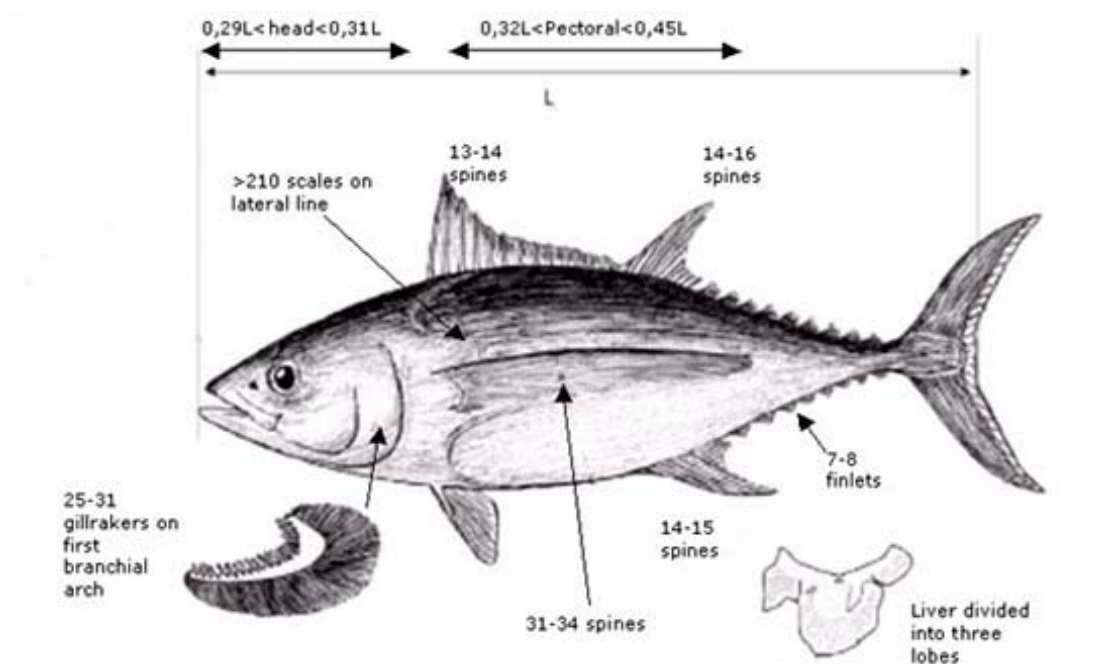


Figura 2. Síntesis de las características más destacadas de *Thunnus alalunga* según Santiago (2004).

Características externas de las larvas de atún blanco

- Las larvas con saco vitelino miden en torno a 2,5 mm de longitud a la horquilla.
- A diferencia de otros túnidos, las larvas de atún blanco se caracterizan por la falta de pigmentación en la zona caudal (Nishikawa y Rimmer 1987).
- La cabeza es grande, y representa el 47% de la longitud estándar (Dicenta, 1975), y pigmentada en su parte central.
- Los dientes se encuentran fuertemente curvados en la parte distal.

3. Estudios sobre biología y poblaciones

3.a Preferencias de hábitat

Las especies oceánicas epipelágicas y mesopelágicas, como el atún blanco, raramente se acercan a las orillas, y prefieren las profundas y amplias aguas de alta mar.

La temperatura es uno de los factores medioambientales más relevantes a la hora de determinar la distribución del atún blanco. A pesar de las adaptaciones fisiológicas comunes a otros túnidos (ver capítulo sobre Fisiología), que permiten cierta termorregulación, el atún blanco es una especie de túnido de aguas templadas, y prefiere aguas más frescas que otras especies más tropicales, como el rabíl.

Se han establecido las preferencias térmicas en un rango de temperaturas de entre 10-20°C (Graham y Dickinson 1981, Laurs y Lynn 1991), aunque durante períodos cortos también puede tolerar las temperaturas no comprendidas en ese rango. La distribución de las zonas adecuadas para el atún blanco en el Atlántico norte se puede ver en la **Figura 3**.

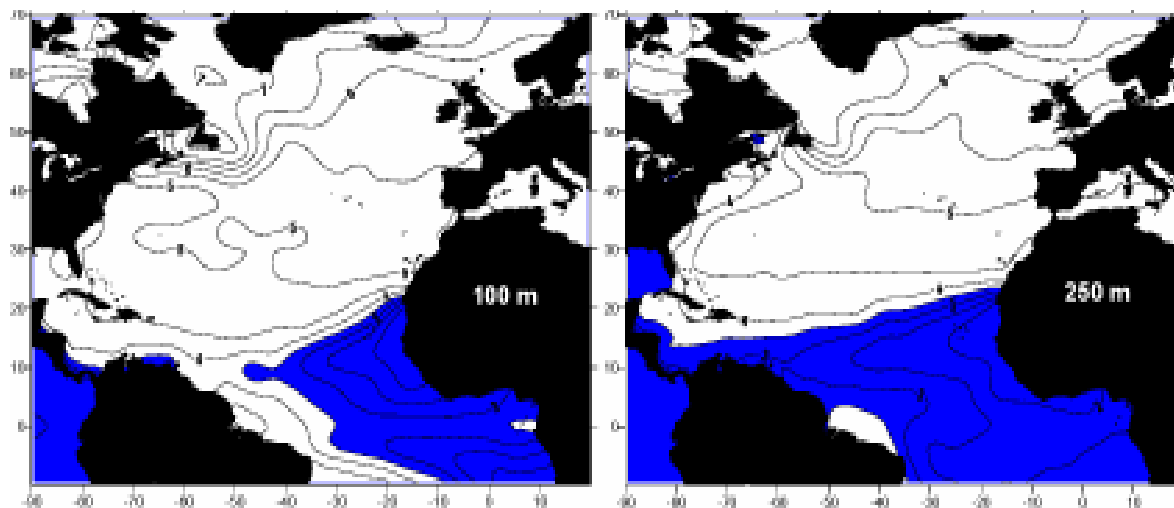


Figura 3. Temperatura media anual (°C) a 100 m y 250 m de profundidad en el Atlántico norte. Las zonas coloreadas en azul no son adecuadas para el atún blanco (según Da Silva *et al.* 1994).

Se sabe de la presencia de atún blanco en el rango de temperaturas de 14-20°C, principalmente frente a las costas norteamericanas (Johnson 1961, citado por Penney *et al.* 1998), entre 16-21°C en el Atlántico nordeste (Santiago, 2004) y entre 16-20°C frente a Sudáfrica (Talbot y Penrith 1962, citados por Penney *et al.* 1998). Estas preferencias térmicas parecen actuar como barreras a los movimientos de atún blanco entre diferentes regiones, y separan poblaciones como las que se encuentran al norte y sur del Atlántico, y las poblaciones del Atlántico e Índico (Penney *et al.* 1998).

La búsqueda de la preferencia térmica óptima parece ser el objetivo de las migraciones verticales periódicas que lleva a cabo el atún blanco, que se desplaza desde las aguas cálidas superficiales hacia aguas profundas, más frescas. Estos movimientos verticales han sido observados por telemetría acústica (Lauris *et al.* 1980, Lauris and Lynn, 1991) en el Pacífico nordeste, donde individuos de 3 a 5 años pasan el 80% del tiempo a 100 m. en torno a la profundidad de la termoclina, y sólo ocasionalmente se desplazaron al estrato superficial de mezcla o a aguas más profundas (Lauris *et al.* 1980). Asimismo, se observó que los atunes blancos realizaron migraciones verticales a mayor profundidad durante el día que durante la noche.

Distribución en profundidad. Bard *et al.* (1999) observaron la distribución en profundidad, hasta 450 m en el Océano Pacífico. Otros autores han hallado que la distribución en profundidad en el Pacífico oscila entre 0 y 380 m. (Bertrand *et al.* 2002).

La vejiga natatoria crece de forma alométrica, y alcanza su desarrollo pleno en las tallas entre 80-90 cm (Gibbs y Collette 1967). Por tanto, sólo es totalmente funcional en los preadultos o adultos, y el atún blanco juvenil enfrenta dificultades para controlar su flotabilidad. Esta situación implica que cuanto más joven es el individuo, menor habilidad tiene para moverse en vertical por la columna de agua.

Dado que los intercambiadores de calor funcionan con menor eficacia en los ejemplares juveniles, y éstos no pueden ajustar la profundidad a su voluntad, parecen estar limitados a permanecer en aguas superficiales, mientras que los adultos pueden vivir en aguas más profundas. Esta característica anatómica tiene importantes implicaciones para el tipo de pesquería que se desarrollará: las flotas que operan con artes de superficie tendrán como objetivo a los juveniles, mientras los palangreros capturarán adultos.

Oxígeno en disolución: las altas tasas metabólicas de los túnidos implican un alto consumo de oxígeno. Graham *et al.* (1989) estimaron la concentración mínima para esta especie en 3,7 ml/l (98 mmHg, 64% de saturación a 15°C. Según estos niveles de tolerancia, no resultan adecuadas para el atún blanco amplias zonas del Atlántico este al sur de 20°N, ni extendiéndose hacia Brasil, a profundidades superiores a los 100 m. A los 250 m, esta zona se amplía aún más hacia el Atlántico oeste, y alcanza las costas sudamericanas (véase **Figura 4**).

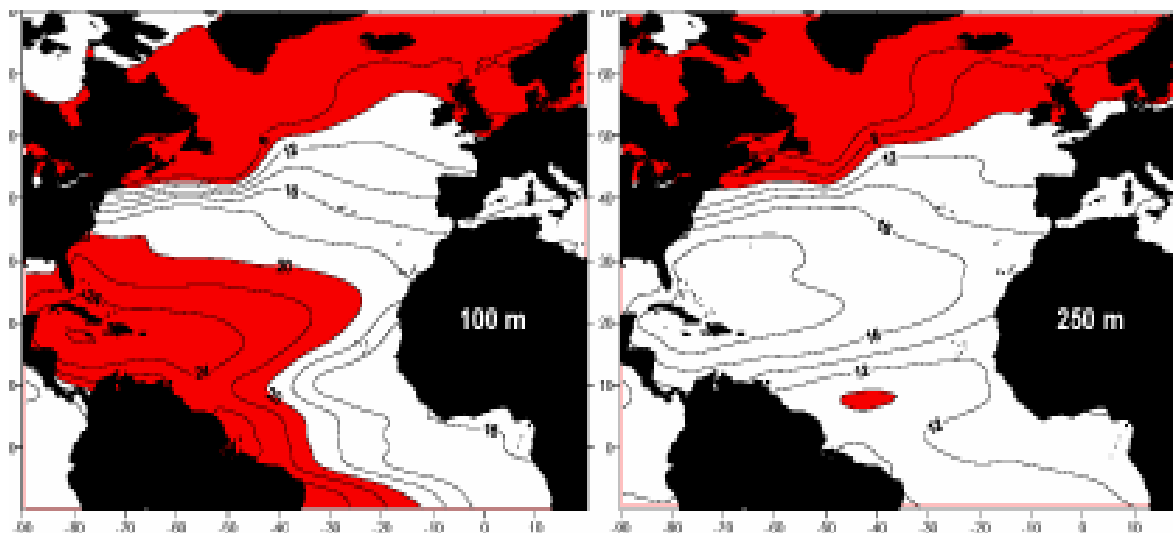


Figura 4. Media anual de oxígeno disuelto (ml/l) a 100 m y 250 m de profundidad en el Atlántico norte. Las zonas en rojo no resultan adecuadas para el atún blanco (según Da Silva *et al.* 1994).

3.b. Crecimiento

Se ha estudiado la determinación de la edad y crecimiento del atún blanco de Atlántico norte aplicando diversas metodologías (es decir, otolitos, escamas, vértebras, espinas, análisis de frecuencia de tallas y marcado). Dependiendo de los autores y de la metodología empleada, los resultados presentan, hasta cierto punto, algunas variaciones (revisadas por Santiago, 2004). Bard (1981) obtuvo el modelo de crecimiento a partir de análisis de espinas, adoptado por ICCAT para el atún blanco del Atlántico norte. Sin embargo, en el momento de transformar la captura por clases de talla en captura por clases de edad, ICCAT aplica la ecuación deducida mediante análisis de frecuencia de tallas, y utiliza Multifan (Anón. 1996), que pronostica la media de las tallas por clases de edad. Recientemente, Santiago (2004) propuso un nuevo modelo de crecimiento que integra información sobre espinas y marcado ($L_{\infty}=122,198$; $K=0,209$; $t_0=-1,338$).

En cuanto al Atlántico sur, Lee y Yeh (1993) calcularon una curva de crecimiento que utilizaba espinas, pero la ecuación de crecimiento de Bard (1981) para la población del Atlántico norte fue asimismo empleada por ICCAT en el pasado. Lee y Yeh (2007) presentaron una curva de crecimiento revisada basada en recuentos diarios de anillos de otolitos que fue adoptada para ser utilizada por ICCAT para transformar la captura por clases de talla en captura por clases de edad. Los parámetros estimados de los modelos de crecimiento de von Bertalanffy adoptados por ICCAT se muestran en la **Tabla 1**.

Con respecto al atún blanco del Mediterráneo, un amplio estudio reciente basado en la lectura de 1136 espinas de atún blanco entre 57 y 92 cm FL, reveló las siguientes estimaciones del parámetro de crecimiento de von Bertalanffy: $L_{\infty} = 94,7$ cm; $k=0,258$ y^{-1} ; $t_0 = -1,354$ y (Megalofonou, 2000).

Tabla 1. Parámetros de crecimiento utilizados por ICCAT para el atún blanco del Atlántico norte y sur (L_{∞} en cm, K in y^{-1} , t_0 in y , $Av.\sigma$ in cm).

Estimaciones del parámetro	Referencia	N	Rango de FL (cm)	Metodología	Stock
$L_{\infty} = 124.74$; $k = 0.23$; $t_0 = -0.9892$	Bard (1981)	352	46-113	Espinass	Atlántico norte
$L_{\infty} = 122.8$; $k = 0.217$; $p=8$; $Av.\sigma = 3.593$; $Ratio \sigma = 1.391$	Anón. (1996)			Frecuencia de tallas (Multifan)	Atlántico norte
$L_{\infty} = 124.74$; $k = 0.23$; $t_0 = -0.9892$	Bard (1981)	352	46-113	Espinass	Atlántico sur
$L_{\infty} = 142.28$; $k = 0.145$; $t_0 = -0.674$	Lee y Yeh (1993)	353	85-117	Espinass	Atlántico sur

$L_{\infty}=94.7$; $k=0.258$; $t_0=-1.354$	Megalofonou (2000)	1136	57-92	Espinas	Mediterráneo
$L_{\infty}=147.5$; $k=0.126$; $t_0=-1.89$	Lee y Yeh (2007)	377 159	51-130 81-117	Espinas Vértebra	Atlántico sur

• $Av.\sigma$ es una desviación estándar media de la talla alrededor de talla por edad predicha por la ecuación de Von Bertalanffy (Fournier *et al.* 1990)

• Ratio σ es σ de la última edad dividido entre σ de la primera edad (Fournier *et al.* 1990)

3.c. Relación talla-peso

Hasta 1993, la relación general talla-peso adoptada por ICCAT ($a=6,303 \times 10^{-6}$, $b=3,2825$) era la que Beardsley (1971) había desarrollado, que se basaba en peces que oscilaban entre 60 a 115 cm FL. Sin embargo, en las primeras Jornadas ICCAT sobre Atún Blanco (Anón. 1990), se recomendaba crear y documentar adecuadamente relaciones específicas para las nuevas áreas basadas en un rango de talla más amplio. En la **Tabla 2** se muestran las nuevas relaciones talla-peso adoptadas por ICCAT para los stocks norte, sur y Mediterráneo.

Por otra parte, recientemente han sido comunicadas algunas relaciones talla-peso para el atún blanco del Mediterráneo (Di Natale *et al.* 2005)

Tabla 2. Diversas relaciones talla-peso de atún blanco utilizadas actualmente por ICCAT.

Ecuación	Referencia	N	Rango de FL (cm)	Stock
$W=1.339 \times 10^{-5} \times FL^{3.1066}$	Santiago (1993)	714	42-117	Atlántico norte
$W=1.3718 \times 10^{-5} \times FL^{3.0793}$	Penney (1994)	1008	46-118	Atlántico sur
$W=3.119 \times 10^{-5} \times FL^{2.88}$	Megalofonou (1990)	1742	55-89	Mediterráneo

3.d Madurez

En general, hay una falta de estudios exhaustivos sobre la madurez sexual de atún blanco atlántico. Lam Hoai (1970) estimó que la primera madurez sexual se alcanza a los 75-85 cm FL, mientras que Hayasiu *et al.* (1972) asume que la madurez sexual se produce al alcanzar los 85 cm (en torno a 13 kg). En la actualidad se asume, para el atún blanco del norte y del sur, que el 50% de los peces han alcanzado la madurez a los 90 cm o a la edad 5 (Bard 1981), y a los 62 cm para el atún blanco mediterráneo (**Tabla 3**, Arena *et al.* 1980).

Tabla 3. Madurez sexual asumida en ICCAT para los stocks de atún blanco en el Atlántico y Mediterráneo.

Madurez	Referencia	Stock
50% de peces maduros a los 90 cm (edad 5)	Bard (1981)	Atlántico norte
50% de peces maduros a los 90 cm (edad 5)	Bard (1981)	Atlántico sur
50% de peces maduros a los 62 cm	Arena <i>et al.</i> (1980)	Mediterráneo

3.e. Sex ratio

Según Foreman (1980), respecto a los túnidos del Pacífico, y Bard (1981) para los túnidos atlánticos, antes de alcanzar la madurez sexual, la *sex ratio* es de 1:1.

Sin embargo, se ha informado de una mayor presencia de machos en las clases de talla de mayor tamaño, tanto para *Thunnus alalunga* como para otras especies. Según se incrementa la talla, también se incrementa la proporción de machos, hasta una talla donde ya no se encuentra ninguna hembra.

Bard (1981) llegó a la conclusión de que esto se debe a un crecimiento y mortalidad diferenciales. Al alcanzar la madurez sexual, el porcentaje de hembras por talla desciende enérgicamente, con una clara prevalencia de individuos superiores a 85 cm. Prácticamente no hay hembras en las tallas superiores a 100 cm FL (Postel 1964, Bard 1981).

Megalofonou (1990), en el Mar Egeo, halló una *sex ratio* de hembras a machos de 1:2,1 para un rango de talla de 54 a 89 cm FL.

3.f Reproducción y primeras etapas vitales

Como el resto de los túnidos, el atún blanco no muestra dimorfismo sexual aparente en el esquema de color o en los caracteres morfológicos externos.

Desove

Los reproductores realizan desoves múltiples o intermitentes de oocitos hidratados, en diferentes episodios, directamente en las aguas donde tiene lugar la fertilización.

Hay una estrecha relación entre el desove y la temperatura de la superficie marina: las temperaturas por encima de 24°C y una termoclina profunda parecen estimular la madurez y las actividades reproductoras en los túnidos. Al parecer, el desove podría estar sincronizado con las temperaturas altas, con la finalidad de incrementar el crecimiento de ovas y larvas.

El desove tiene lugar en torno en las zonas costeras donde habitualmente viven. Las zonas de desove del atún blanco en el Atlántico se encuentran en áreas occidentales subtropicales de ambos hemisferios y en todo el mar Mediterráneo.

Las zonas de desove del stock del Atlántico norte se hallan en las aguas frente a Venezuela, mar de los Sargazos (Le Gall 1974, Nishikawa *et al.* 1985) y el Golfo de México (Richards 1969, 1984). En el Atlántico sur, el desove se produce frente a la costa este de Brasil durante el verano austral (Beardsley 1969, Koto 1969). En el Mediterráneo, numerosos autores (Dicenta 1975, Lalami *et al.* 1973, Piccinetti y Manfrin 1993, García *et al.* 2002) han hallado larvas en diversas áreas de la cuenca.

La puesta se realiza durante la primavera-verano austral y boreal. En el Atlántico norte, las actividades reproductoras tienen lugar desde abril hasta septiembre, e incluso se encuentran algunas larvas en invierno (Richards 1969, 1984), si bien los valores máximos del desove se producen en torno al mes de julio.

El desove nocturno parece ser común entre los escómbridos (así como en otros grupos de peces) aunque no existe evidencia en ese sentido para el atún blanco (revisado por Schaefer, 2001).

Huevos y Larvas

Postel (1964) estimó en 2-3 millones de huevos la fecundidad por hembra.

Los huevos son pelágicos, esféricos y transparentes. Más pequeños que los de otros túnidos, tales como *Thunnus thynnus*, tienen entre 0,84-0,94 mm de diámetro y contienen un glóbulo oleoso de 0,24 mm de diámetro. El vitelo es homogéneo (Sanzo, 1933).

Típicamente, las larvas con saco vitelino miden 2,5 mm en el momento de la eclosión. Su característica diferencial, en comparación con los otros túnidos, es la falta de pigmento en la región caudal (Nishikawa y Rimmer 1987).

Reclutamiento

El conocimiento de las primeras etapas vitales es muy escaso. Se asume que el período larvario es corto. El comienzo del período juvenil se ha establecido de forma arbitraria como la talla que permitiría escapar de las redes de plancton, en torno a 2 cm (Bard 1981).

Entre 2 y 35-40 cm FL, los túnidos juveniles no son capturados por redes de plancton, pesca comercial o pesca deportiva. Por tanto, esta etapa vital sigue siendo prácticamente desconocida.

El atún blanco joven (inmaduro) aparece por primera vez en las capturas de superficie cuando tiene unos 40 cm de longitud a la horquilla. A partir de ahí, resulta más sencillo conocer sus movimientos migratorios observando las pesquerías y mediante experimentos de marcado.

3.g. Migraciones

El atún blanco presenta una de las migraciones de peces más extensas del mundo. Aunque no se han registrado migraciones desde el Atlántico norte hacia el Atlántico sur, algunos ejemplares de atún blanco han migrado desde el Atlántico norte al Mediterráneo y viceversa, y también se han producido migraciones transatlánticas (**Figura 5**). No obstante, las rutas migratorias del atún blanco siguen siendo inciertas.

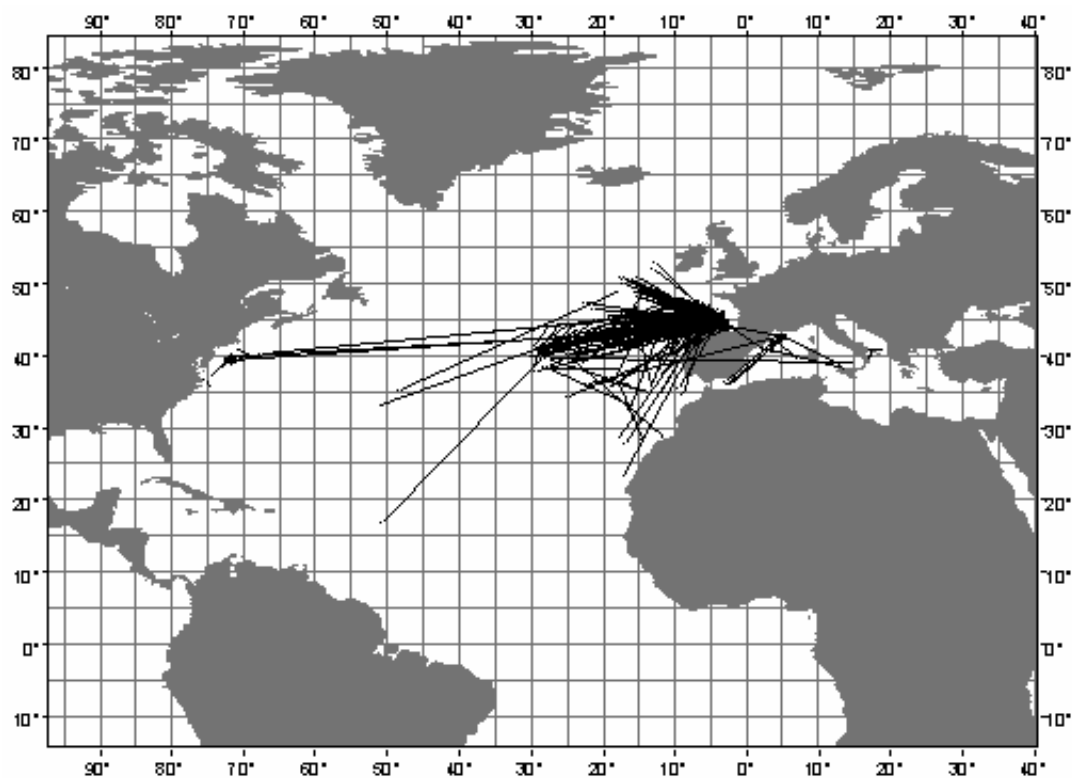


Figura 5. Desplazamiento en horizontal de 656 ejemplares de atún blanco marcados y recuperados (Arrizabalaga *et al.* 2002).

En el Atlántico norte, tanto los juveniles como los adultos pasan el invierno, al parecer, en el área del Atlántico central (aunque también se les ha encontrado en el este y el oeste). Cuando las aguas comienzan a templarse en primavera, los ejemplares jóvenes de atún blanco comienzan una migración trófica (en busca de alimento), y se dirigen hacia aguas altamente productivas en el Atlántico nordeste, parte de su rango de distribución.

En mayo, los túnidos comienzan a concentrarse en aguas superficiales próximas a Azores, a 38°N de latitud, e inician su desplazamiento hacia las aguas del norte, con temperaturas de 17-20°C. En un período de tiempo comprendido entre 1 y 2 meses, la población se localiza al sur-oeste de Irlanda y en el Golfo de Vizcaya (Ortiz de Zárate y Cort, 1998). Aunque algunos autores presentan hipótesis sobre la existencia de dos migraciones tróficas distintas para los ejemplares jóvenes de atún blanco, estudios recientes no las apoyan (revisado por Arrizabalaga, 2003). A comienzos del otoño, el atún blanco inicia la migración de regreso al Atlántico medio a través del sur de Portugal, las Islas Canarias y Azores.

La migración trófica tiene lugar durante los primeros cuatro años de sus vidas, hasta que alcanzan la madurez sexual. El atún blanco adulto, por otra parte, llevan a cabo migraciones con fines reproductivos cuando se acerca el verano. Migran hacia sus zonas de desove en la parte occidental del Atlántico norte (frente a Venezuela y Mar de los Sargazos), y nadan a profundidades de 50-150 m.

Se han realizado muy pocos experimento en el Atlántico sur y el Mediterráneo y, debido a esta situación, poco se sabe acerca de los esquemas migratorios de atún blanco.

3.h. Dieta

El atún blanco es muy carnívoro y caza sus presas de forma oportunista en stocks juveniles de sardina, anchoa, caballa y calamares. Otros autores han hallado que en el Atlántico noroeste, la dieta del atún blanco se compone en su mayoría de peces, preferentemente *Trachurus trachurus* (Ortiz de Zárate 1987 y, en menor medida, de crustáceos (Hassani *et al.* 1997).

3.i. Fisiología

Los túnidos, incluyendo el atún blanco, poseen un sistema circulatorio muy evolucionado, incluyendo intercambiadores contracorriente (*rete mirabile*), que actúan para reducir la pérdida de calor generada por el incremento de la actividad muscular, permitiéndoles de este modo regular la temperatura corporal, y por último, aumentar la eficacia de sus músculos.

Respecto a *Thunnus alalunga*, Graham y Dickson (1981) establecieron que es en el rango de temperaturas de 11,5-18°C donde, gracias a su adaptación fisiológica, el atún blanco pueden mantener estable la temperatura de su musculatura roja y, en menor medida, también la de su musculatura blanca. Dentro de esta temperatura ambiente, la media de las temperaturas estimadas de la musculatura roja era 20,7°C. Fuera de este rango, el atún blanco muestra una capacidad de termorregulación más exigua.

Además, el atún blanco tiene una mayor presión sanguínea y volumen que la mayor parte de los otros peces (Lai *et al.* 1987).

Con respecto a la velocidad natatoria, los juveniles nadan a 57 cm/s, mientras los adultos nadan a velocidades inferiores a 45 cm/s (Dotson, 1976). Esta alta actividad metabólica implica un fuerte consumo de oxígeno. Bard (1982) estimó que el atún blanco no podría vivir en aguas con un contenido en oxígeno inferior a 2,5 ml/l. Sin embargo, según Sharp (1978), los valores mínimos tolerados son 1,67 ml/l a 50 cm, y 1,39 ml/l para una talla corporal de 75 cm.

3.j. Comportamiento

En el océano Pacífico, los ejemplares de atún blanco de tamaño similar viajan juntos en grupos de cardúmenes que pueden llegar a tener millas de amplitud. Al inicio de la migración (durante los meses de primavera y verano en el océano Pacífico occidental), los ejemplares juveniles de atún blanco forman grupos relativamente pequeños y disgregados, muy dispersos. Según avanza la temporada, los grupos se vuelven más compactos y contienen un mayor número de cardúmenes. El atún blanco de mayor edad, más sedentario, conforma típicamente grupos más pequeños, más compactos e independientes. En términos generales, los cardúmenes de atún blanco no son tan grandes o tan densos como los de otras especies de túnidos, como el rabil o el listado (Foreman 1980, Anón. 2001).

Si bien el atún blanco podría aparecer ocasionalmente junto con otras especies de túnidos, las agregaciones de especies mixtas no son tan frecuentes como entre los túnidos tropicales. Además, aunque se podrían encontrar algunos cardúmenes en la proximidad de objetos flotantes (Anón. 2001), la asociación con dispositivos de concentración de peces (DCP) no es tan fuerte como en el caso de los túnidos tropicales.

El conocimiento sobre el comportamiento en vertical del atún blanco es muy limitado (Lauris *et al.* 1980, véase "Preferencias de hábitat").

3.k. Mortalidad natural

Se asume que la mortalidad natural es de 0,3 por año para todas las clases anuales, y para los stocks del Atlántico norte y Atlántico sur. Los datos de marcado disponibles para atún blanco del Atlántico norte no permiten realizar una estimación fiable de M, ya que se confunde con la emigración desde la principal zona de marcado (es la mortalidad natural más la emigración desde el área del Atlántico nordeste estaba entre 0,56 y 0,84. Tales estimaciones no serían incoherentes con el valor de M asumido por ICCAT.

Más recientemente, Santiago (2004) estableció una comparación sobre los valores de mortalidad natural obtenidos de diferentes autores. Los resultados fueron de 0,322 y 0,325 según Rikhter y Efanov (1976) y Pauly (1980), respectivamente, y un vector de mortalidad de (0,541, 0,416, 0,351, 0,311, 0,285, 0,293, 0,318, 0,348, 0,385, 0,429, 0,486, 0,560) para edades 1-12 respectivamente, según el método de Chen y Watanabe (1988). Esto sugiere que no hay razones suficientes para cambiar el valor actual asumido por ICCAT.

3.1. Factores de conversión

Las bases de datos y análisis de ICCAT utilizan diversas fórmulas para efectuar la conversión entre diferentes tipos de mediciones. En el caso del atún blanco, las relaciones se detallan en la **Tabla 4** (véase también el apartado “Relación talla-peso”).

Tabla 4. Factores de conversión para el atún blanco Atlántico.

Ecuación	Referencia	Area geográfica
$FL=3.6221 \times LDI^{0.9722}$	Bard (1981)	Golfo de Guinea

FL= Longitud furcal (cm).
LDI=Longitud predorsal (cm).

4. Distribución y explotación

4.a. Distribución geográfica

El atún blanco se encuentra ampliamente distribuido en aguas templadas y tropicales de todos los océanos, incluyendo las del Mediterráneo. Los límites geográficos abarcan desde 45-50°N a 30-40°S, pero son menos abundantes en las aguas superficiales comprendidas entre 10°N y 10°S (Collette y Nauen, 1983). Su amplia distribución explica el número y diversidad de pesquerías que se han desarrollado en todo el mundo (**Figura 6**).

Los adultos (más de 90 cm) aparecen en aguas subtropicales y tropicales, mientras que el atún blanco inmaduro se encuentra en aguas templadas. En el Atlántico, las clases de edad de mayor tamaño (80 a 125 cm) se asocian a ejemplares de aguas más frías, mientras que los individuos de menor tamaño tienden a aparecer en estratos más cálidos.

Distribución en el Océano Atlántico: en el Atlántico oeste abarcan desde Nueva Escocia al norte de Argentina, y en el este desde Irlanda hasta Sudáfrica.

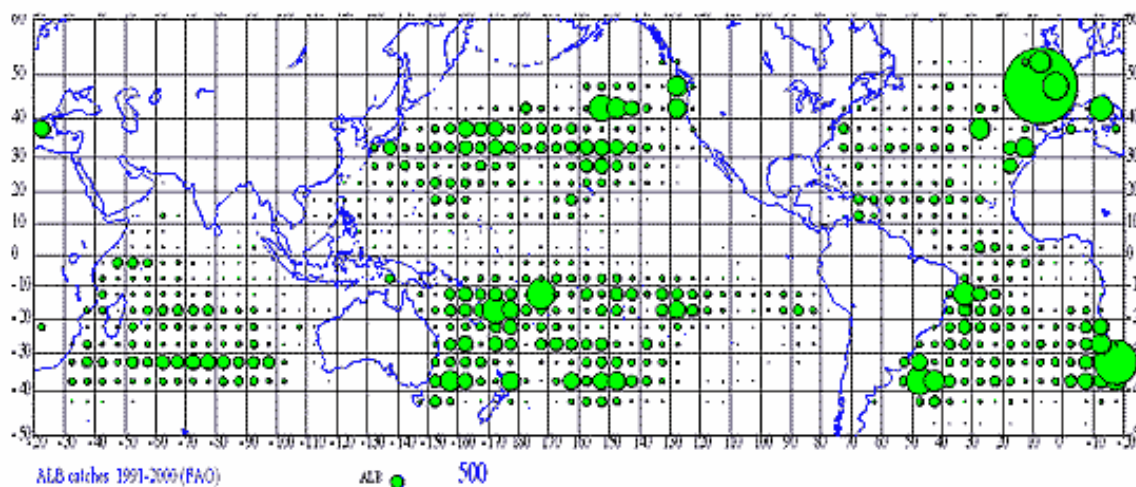


Figura 6. Distribución geográfica de atún blanco a partir de capturas comunicadas entre 1991-2000 (cortesía de Alain Fonteneau).

4.b. Estructura de stock/poblaciones

En el océano Atlántico se consideran tres stocks a efectos de ordenación: en el Atlántico norte, en el Atlántico sur, y en el Mediterráneo.

Los stocks se dividieron en norte y sur basándose en conocimientos sobre las áreas de desove (Beardsley 1969; Koto 1969), distribución espacial de los adultos (Shiohama, 1971, Uozumi, 1996), y larvas (Ueyanagi, 1971), y análisis morfométricos (Ishii, 1965). Posteriormente, se confirmó genéticamente la existencia de dos poblaciones distintas mediante el empleo de microsatélites (Tagaki *et al.* 2001), y el estudio de los grupos sanguíneos (Arrizabalaga *et al.* 2004). Además, falta la evidencia de movimientos migratorios entre los dos hemisferios a partir de datos de marcado.

Los stocks norte y sur del Atlántico están actualmente separados por el paralelo 5°N. Análisis genéticos recientes sobre el atún blanco del Golfo de Guinea (sur de 5°N) mostraban una mayor similitud con el atún blanco del norte que con el del sur (Arrizabalaga *et al.* 2004), y aparece como captura fortuita en latitudes ecuatoriales, en la pesquería de cerco dirigida a los túnidos tropicales. Se ha indicado, no obstante, que la percepción del estado de los stocks no cambia significativamente con límites alternativos de stock, ni con la hipótesis de la migración interstock (Arrizabalaga 2003).

Aunque algunos autores sugerían que podría existir más de una subpoblación en el área del Atlántico norte (posiblemente dos), no se dispone de evidencia científica suficiente para mantener esta hipótesis, y únicamente se considera una población (revisado por Arrizabalaga 2003).

Se considera que el stock norte es independiente del stock mediterráneo, partiendo de la existencia de una zona de desove independiente en el Mediterráneo (Dicenta 1975), morfometría distinta, (Bard 1981), diferentes tasas de crecimiento (Megalofonou 2000) y edad a la primera madurez (Arena *et al.* 1980) y distribución larvaria (FAO, 1994). Los datos de marcado también concuerdan con esta hipótesis, aunque se han observado algunas migraciones interstock (Arrizabalaga *et al.* 2004).

4.c. Descripción de las pesquerías: capturas y esfuerzo

Atlántico Norte

El stock norte se explota con pesquerías de superficie y palangre.

Las pesquerías de superficie persiguen principalmente juveniles y subadultos (50 cm a 90 cm FL), que migran nadando en aguas superficiales. Por otra parte, los palangreros capturan adultos y subadultos (60-120 cm), que se mueven en aguas más profundas. En cuanto a la distribución geográfica de las pesquerías, los palangreros concentran su actividad en la zona central del Atlántico, mientras que las pesquerías de superficie, que hoy en día obtienen la mayor parte de las capturas, operan principalmente en el Atlántico nordeste (Anón. 2004, **Figura 7**).

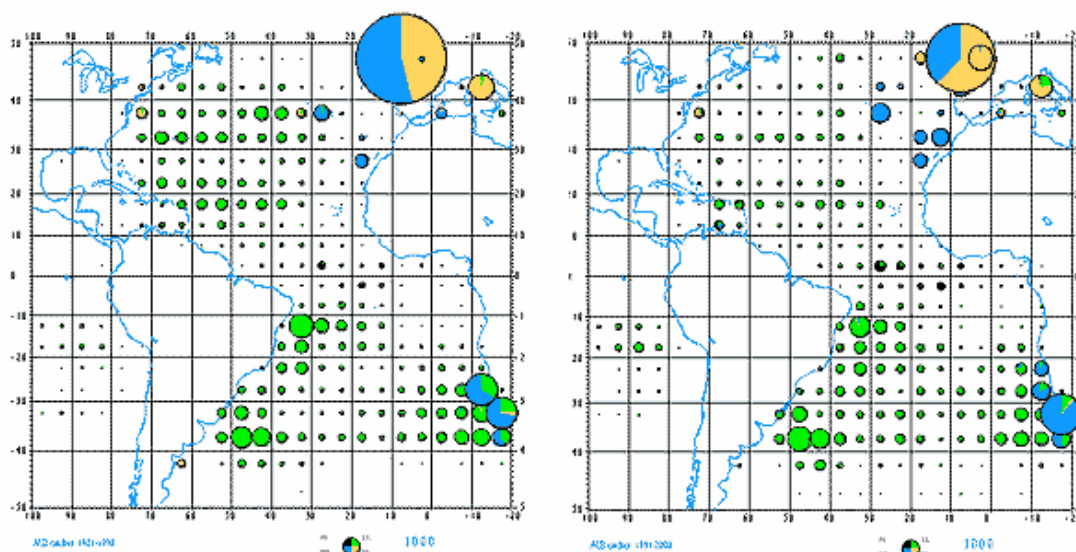


Figura 7. Distribución de las capturas de atún blanco en el océano Atlántico y mar Mediterráneo en 1981-1990 (izquierda), y 1991-2000 (derecha), desglosado por artes de pesca: PS (Cerco), LL (Palangre), BB (Cebo) y Otros (cortesía de Alain Fonteneau).

Las pesquerías de superficie tradicionales incluyen el curricán y los barcos de cebo españoles, que faenan principalmente en el Golfo de Vizcaya y aguas adyacentes. El curricán y barcos de cebo franceses eran también importantes en los años 50-60 y 50-70, respectivamente. Otras pesquerías de menor importancia la componen los barcos de cebo españoles y portugueses, que operan en las Islas Canarias y en las Islas Azores.

En 1987 se introdujeron nuevos artes de superficie, redes de deriva y arrastreros en pareja meso/epipelágicos en el Golfo de Vizcaya y aguas adyacentes por CE-Francia. A comienzos de los años 90, se unieron a la pesquería de redes de deriva CE-Irlanda y CE-Reino Unido. A raíz de una prohibición emitida por la CE, debido a las incertidumbres sobre los efectos que estos artes pesqueros podrían ejercer, tanto en el ecosistema como en la dinámica del stock de atún blanco, la pesquería de redes de deriva suspendió sus actividades en 1992.

Los palangres fueron introducidos en el Atlántico norte en 1956 por la flota japonesa, seguida de otras flotas asiáticas como la de Taipei Chino y Corea y, en menor medida, Panamá, Venezuela, Trinidad y Tobago, Cuba y Estados Unidos. Las flotas de palangre más importantes (Taipei Chino y Japón) cambiaron de especie objetivo a favor del patudo, o se desplazaron hacia el Atlántico sur, y en la actualidad el atún blanco se obtiene principalmente como captura secundaria de las flotas de palangre que operan en el Atlántico norte central y occidental.

La captura total en el Atlántico norte ha mostrado una tendencia descendente desde mediados de los años 60, debido en gran parte a una reducción del esfuerzo de las pesquerías de superficie tradicionales (Francia) y palangre (Taipei Chino desde 1987). Sin embargo, el incremento de la captura y esfuerzo realizado por las nuevas pesquerías de superficie desde 1987 suavizó la tendencia general al descenso.

Respecto al stock del Atlántico norte, las capturas estuvieron dominadas por individuos de unos 64 cm durante los tres periodos considerados, aunque los individuos de mayor talla (modo en torno a 75 cm) y menor talla (modo en torno a 50 cm) constituían una parte importante de la captura (**Figura 8**). Estos modos corresponden a peces de edades 1 a 3, capturados principalmente con curricán y cebo. En el último periodo, se incrementó la proporción de peces de edad 1, disminuyendo la proporción de edad 3 con respecto al primer periodo. Por otra parte, la pesquería de Taipei Chino captura atún blanco grande (modo en torno a 90 cm antes de 1987, con dos picos de alrededor de 85 y 104 cm después de 1987).

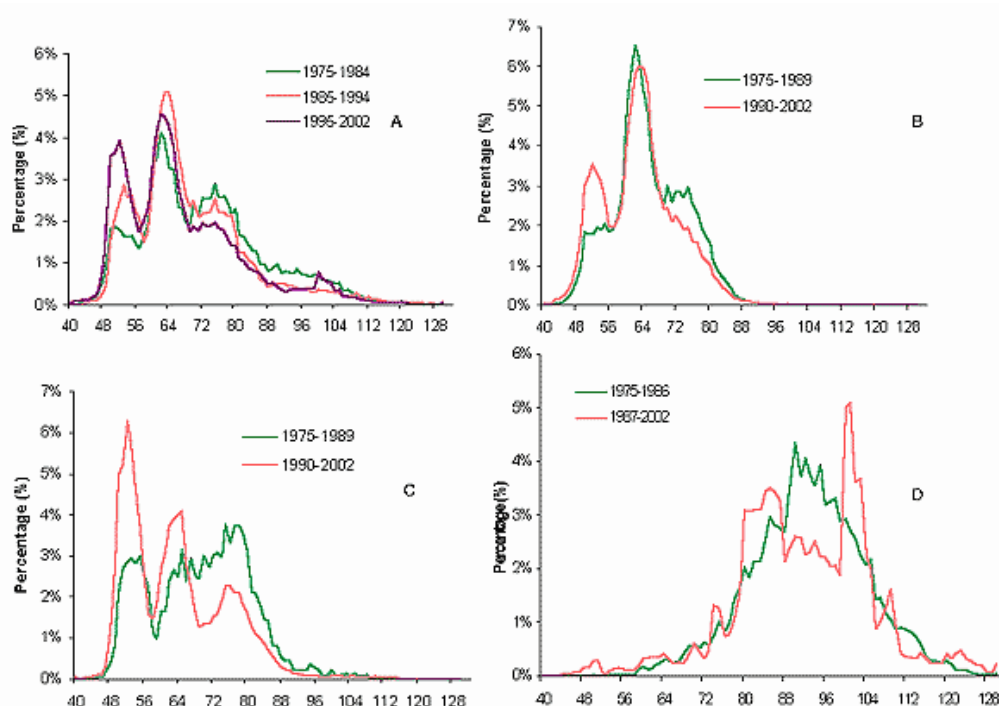


Figura 8. Distribución por tallas de las capturas de atún blanco en el stock del Atlántico norte: A) todas las pesquerías, B) Curricán España, C) Cebo España, D) palangre Taipei Chino.

Atlántico sur

El stock del sur se explota principalmente por palangreros. Las capturas obtenidas por las flotas de superficie no han excedido nunca de las 10.000 t por año. Sólo Sudáfrica posee una importante flota de cebo, cuyas capturas representan el 80% del total de capturas obtenidas por artes de superficie. Otros países, como Namibia, Brasil y Portugal, con barcos de cebo, y España, Estados Unidos y Francia con cerqueros, capturan también atún blanco del sur (Anón. 2004).

En los últimos cinco años, más del 90% del total de desembarques de atún blanco del Atlántico sur se atribuyó a cuatro pesquerías, concretamente a las flotas de cebo en superficie de Sudáfrica y Namibia, y a las flotas palangreras de Brasil y Taipei Chino.

Las flotas de superficie se dirigen en su totalidad a la captura de atún blanco, y obtienen principalmente ejemplares juveniles (70-90 cm FL). Estas pesquerías operan estacionalmente, desde octubre a mayo, cuando el atún blanco está disponible en aguas costeras.

Las flotas palangreras incluyen embarcaciones que persiguen atún blanco, y otras que obtienen esa especie como captura secundaria en las operaciones pesqueras dirigidas al pez espada o al patudo. De promedio, los palangreros capturan atún blanco de mayor tamaño (60-120 cm) que las flotas de superficie. La flota de Taipei Chino ejerce un esfuerzo importante en el Atlántico sur y la captura de atún blanco de esta flota (tanto dirigida como secundaria) es de aproximadamente un 56% de la captura global de atún blanco del Atlántico sur.

Las capturas de superficie y palangre permanecieron relativamente constantes, en torno a 7.500 t y 20.500 t respectivamente, desde 1995-1999. Esto se debe, en parte, a la entrada en vigor de las medidas de ordenación en algunos países.

En el año 2000, los barcos de cebo de Sudáfrica registraron su cifra más baja de captura anual desde 1983, debido a la falta de disponibilidad de atún blanco en aguas costeras. Las capturas de palangre de Brasil dirigidas al atún blanco han declinado en años recientes, debido a una reducción de los barcos palangreros congeladores. Otras capturas secundarias notables de atún blanco las llevan a cabo palangreros españoles, sudafricanos y namibios, que se han venido incrementando con regularidad en años recientes.

Las capturas realizadas sobre el stock del Atlántico sur tienden a ser de individuos de mayor talla: la mayoría de la captura se compone de atún blanco entre 70 y 90 cm durante los tres períodos considerados, aunque en el último período se observa una proporción más alta de ejemplares pequeños (menos de 65 cm) (**Figura 9**). Las capturas de Sudáfrica muestran claramente un pico alrededor de 82 cm, mientras que las correspondientes a Taipei Chino muestran una distribución de tallas más amplia, y la mayor parte de los peces mide entre 70 y 110 cm.

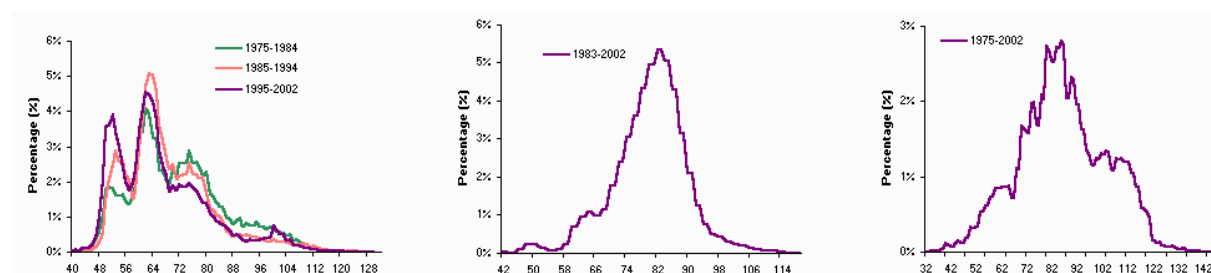


Figura 9. Distribución por tallas (cm) de capturas de atún blanco en el Atlántico sur: A) Todas las pesquerías, B) Cebo Sudáfrica, C) Palangre Taipei Chino.

Mediterráneo

CE-Italia y CE-Grecia son los principales países implicados en las pesquerías de atún blanco en el Mediterráneo, y emplean redes de arrastre, palangre y cerco. El atún blanco aparece también como captura secundaria de los cerqueros franceses, flotas de bajura españolas, y pesca deportiva. Las flotas de superficie españolas (curricán y cebo) obtienen atún blanco en el Mediterráneo occidental en otoño, una vez finalizada la temporada en el Golfo de Vizcaya.

En términos generales, las capturas en el Mediterráneo son muy inciertas. Las capturas estimadas de atún blanco, principalmente de CE-Italia y CE-Grecia, son aún inferiores (menos de 4.000 t) y no muestran ninguna tendencia significativa a lo largo del tiempo. Sin embargo, existe una falta de información con respecto a las capturas comunicadas por varias naciones en años recientes.

Aún no resulta posible estimar la tendencia en el esfuerzo de pesca de los diversos artes que persiguen atún blanco en el Mediterráneo, debido a series temporales cortas y a una cobertura inadecuada de los artes artesanales.

La información sobre la composición por talla de la captura es también muy limitada.

4.d. Captura por clases de edad

Atlántico Norte

Es evidente que los tres primeros grupos de edad son los que están más representados en las capturas, especialmente la edad 2 (**Figura 10**). Parece haber un descenso en el número de peces de edad 2 y edad 3 en los dos últimos, y un incremento en las edades 1 y 4, especialmente en el año pasado. La edad 5 y superiores parecen relevantes en las capturas hasta 1986, cuando Taipei Chino interrumpió gran parte de su actividad en la búsqueda de esta especie en el Atlántico norte.

Atlántico Sur

A diferencia del stock del Atlántico norte, la edad 1 rara vez se encuentra presente en las capturas, excepto ocasionalmente en unos pocos años (es decir, 1986, 1995; **Figura 10**). Los demás grupos de edad tienen una representación más igualitaria que en el stock del Atlántico norte. Las edades 2 a 5 son las más abundantes a lo largo de todo el periodo, principalmente las edades 3 y 4. Sin embargo, la proporción en las capturas de atún blanco de edad 8 es bastante variable, y alta en algunos años.

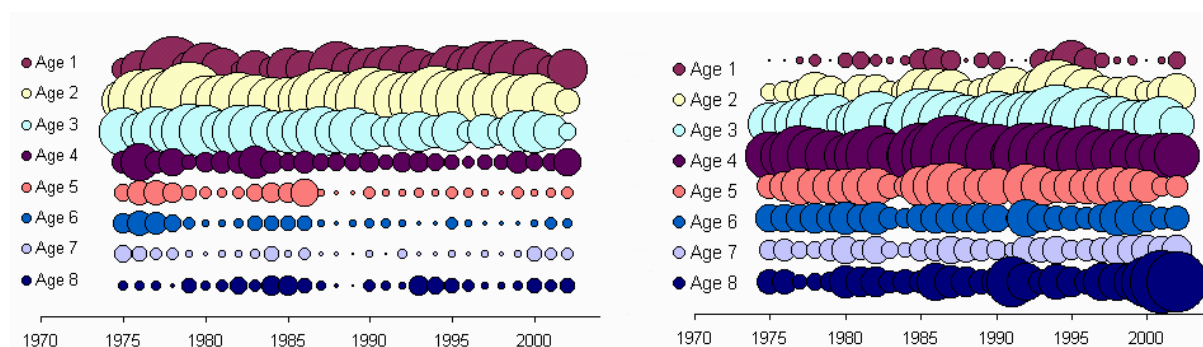


Figura 10. Capturas por clases de edad del Atlántico norte (A) y Atlántico sur (B) de atún blanco para el período 1975-2002 (Anón. 2004).

5. Bibliografía

- ANON. 1990. Report of the first ICCAT Albacore Workshop. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 31: 73-243.
- ANON. 1996. Report of the Final Meeting of the ICCAT Albacore Research Program. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 43: 1-140.
- ANON. 2001. Albacore, A Status Report. California Department of Fish and Game. 317-321.
- ANON. 2004. 2003 Albacore Stock Assessment Session. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56 (4): 1223-1311.
- ARENA, P., A. Potosci, A. Cefali. 1980. Risultati preliminari di studi sull'età, l'accrescimento a la prima maturità sessuale dell' alalunga *Thunnus alalunga* (Bonn. 1788) del Tirreno. Mem. Biol. Mar. Ocean. 10 (3): 71-81.

- ARRIZABALAGA, H., V. López-Rodas, V. Ortiz de Zárate, E. Costas, A. González-Garcés. 2002. Study on the migrations and stock structure of albacore (*Thunnus alalunga*) from the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea based on conventional tag release-recapture experiences. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54 (4): 1479-1494.
- ARRIZABALAGA, H. 2003. Estructura poblacional del atún blanco (*Thunnus alalunga* Bonn. 1788): una aproximación multidisciplinar. PhD Thesis presented at Universidad de Vigo (Spain), 161 p.
- ARRIZABALAGA, H., E. Costas, J. Juste, A. González-Garcés, B. Nieto and V. López-Rodas. 2004. Population structure of albacore *Thunnus alalunga* inferred from blood groups and tag-recapture analyses. Mar. Ecol. Prog. Ser. 282: 245-252.
- BARD, F. X. 1981. Le thon germon (*Thunnus alalunga*) de l'Océan Atlantique. PhD Thesis presented at the University of Paris, 333 p.
- BARD, F. X. 1982. L'habitat du germon (*Thunnus alalunga*) en Océan Atlantique. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 17 (2): 487-490.
- BARD, F.X., S. Yen and A. Stein. 1999. Habitat of deep swimming tuna (*Thunnus obesus*, *T. albacares*, *T. alalunga*) in the Central South Pacific. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49 (3): 309-317.
- BEARDSLEY, G. L. 1969. Proposed migrations for albacore, *Thunnus alalunga*, in the Atlantic Ocean. Trans. Am. Fish. Soc. 98 (4), 589-598.
- BEARDSLEY, G. L. 1971. Contribution to the population dynamics of Atlantic albacore with comments on potential yields. Fish. Bull. U.S., 69(4): 845-857.
- BERTRAND, A., F.-X. Bard and E. Josse. 2002. Tuna food habits related to the micronekton distribution in French Polynesia. Mar. Biol. 140: 1023-1037.
- CHEN, S. and S. Watanabe. 1988. Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. Nippon Suisan Gakkaishi, 55(2): 205-208.
- COLLETTE, B. B. and C. E. Nauen. 1983. FAO species catalogue, vol. 2, Scombrids of the world. FAO Fisheries synopsis 125 (2): 137 p.
- DA SILVA, A., A. C. Young and S. Levitus. 1994. Atlas of Surface Marine Data 1994, Volume 1: Algorithms and Procedures. NOAA Atlas NESDIS 6, U.S. Department of Commerce, Washington, D.
- DICENTA, A. 1975. Identificación de algunos huevos y larvas de túnidos en el Mediterráneo. Bol. Inst. Espa. Oceanogr. 198: 21 p.
- DI NATALE, A., A. Mangano, A. Celona and M. Valastro (in press). Size frequency composition of the albacore (*Thunnus alalunga*) catches in the Tyrrhenian Sea and in the Straits of Sicily in 2002 and 2003. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 58 (4): 1215-1234.
- DOTSON, R.C. 1976. Minimum swimming speed of albacore, *Thunnus alalunga*. Fish. Bull. U.S. 74: 955-960.
- FAO. 1994. Expert consultation on stocks of large pelagic fishes in the Mediterranean area. Iraklion (Crete) Greece, 17-23 September 1992. FAO Fish Rep 494, p 308.
- FOREMAN, T. 1980. Synopsis of biological data on the albacore tuna, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788), in the Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Spec. Rep., 2: 17-70.
- FOURNIER, D. A., Sibert J. R., Majkowski J. and Hampton J. 1990. MULTIFAN a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency data sets illustrated using data for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47:301-317.
- GARCÍA, A., Alemany F. and Rodríguez J.M. 2002. Distribution of tuna larvae off the Balearic sea: preliminary results of the TUNIBAL 0600 larval survey. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54 (2), 554-560.
- GIBBS, R. H. and B. B. Collette. 1967. Comparative anatomy and systematics of the tunas, genus *Thunnus*. Fish. Bull. 66(1): 65-130.
- GRAHAM, J. B. and K. A. Dickson. 1981. Physiological thermoregulation in the albacore *Thunnus alalunga*. Physiol. Zool., 54 (4): 470-486.
- GRAHAM, J. B., W. R. Lowell, N. Chin Lai and R. M. Laurs. 1989. O₂ tension, swimming velocity, and thermal effects on the metabolic rate of the Pacific albacore, *Thunnus alalunga*. Exp. Biol., 48: 89-94.

- HASSANI, S., L. Antoine and V. Ridoux. 1997. Diet of Albacore, *Thunnus alalunga*, and dolphins, *Delphinus delphis* and *Stenella coeruleoalba*, caught in the North-east Atlantic drift-net fishery: A progress report. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 22: 199-123.
- ISHII, T. 1965. Morphometric analysis of the Atlantic albacore populations mainly sur eastern areas. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 31 (5): 333-339.
- JOHNSSON, J. H. 1961. Sea temperatures and the availability of albacore (*Thunnus germo*) off the coasts of Oregon and Washington. Paper presented to the Pacific Tuna Biology Conference, Honolulu, Hawaii, 14-19 August 1961, 14 p.
- JORDAN, D. S. and B. W. Evermann. 1896. The fishes of North and Middle America. *Bull. U.S. Nat. Mus.* 47 (1): 1240 p.
- KOTO T. 1969. Studies on the albacore - XIV. Distribution and movement of the albacore in the Indian and the Atlantic Oceans based on the catch statistics of Japanese tuna longline fishery. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.* 1, 115-129.
- LAI, N. C., J. B. Graham, W.R. Lowell, R.M. Laurs. 1987. Pericardial and vascular pressures and blood flow in the albacore tuna, *Thunnus alalunga*. *Exp Biol.* 46(4):187-92.
- LALAMI, Y., S. Tallai, J. M. Barrois, C. Piccinetti and G. Piccinetti-Manfrin. 1973. Observations sur les œufs et larves des thonidés des côtes algériennes. *Pelagos* 4(2): 54-65.
- LAM HOAI, T. 1970. Gonades de germons *Thunnus* (Germo) *alalunga* (Cetti) 1777, prélevées pendant la campagne d'assistance aux thoniers (1967). *Trav. Fac. Sci. Rennes, Ser. Océanogr. Biol.*, 3: 19-37.
- LAURS, R.M. and R.J. Lynn. 1991. North Pacific albacore ecology and oceanography. *NOAA Tech. Rep. NMFS*, 105: 69-87.
- LAURS, R. M., R. C. Dotson, A. Dizon and A. Jemison. 1980. Observations on swimming depth and ocean temperature telemetered from free-swimming albacore. In *Proceedings of the 31st Tuna Conference* (A. Wild, ed.). Inter.-American Tropical Tuna Commission, La Jolla, California. 33-34.
- LEE, L. K. and S. Y. Yeh. 1993. Studies on the age and growth of south Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) specimens collected from Taiwanese longliners. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 40 (2): 354-360.
- LE GALL, J. Y. 1974. Exposé synoptique des données biologiques sur le germon *Thunnus alalunga* (Bonaterre, 1788) de l'Océan Atlantique. *Synopsis FAO sur les pêches*, 109: 70 p.
- MEGALOFONO, P. 1990. Size distribution, length-weight relationships, age and sex of albacore (*Thunnus alalunga*) in the Aegean Sea. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 33: 154-162.
- MEGALOFONO, P. 2000. Age and growth of Mediterranean albacore. *J. Fish. Biol.* 57(3): 700-715.
- MIYAKE, P.M. 1990. *Field Manual for Statistics and Sampling of Atlantic Tunas and Tuna-like Fishes*. Third Edition Int. Comm. Cons. Alt. Tunas, Madrid, Spain.
- NISHIKAWA, Y., M. Honma, S. Ueyanagi and S. Kikawa. 1985. Average distribution of larvae of oceanic species of scombroid fishes, 1956-1981. *Far Seas Fish. Res. Lab.* 12, 99 pp.
- NISHIKAWA, Y. and D.W. Rimmer. 1987. Identification of larval Tunas, Billfishes and other Scombrid fishes (suborder Scombroidei): an illustrated guide. *CSIRO Marine Laboratories, Report* 186: 20 p.
- ORTIZ DE ZARATE, V. 1987. Datos sobre la alimentación del Atún blanco (*Thunnus alalunga*) juvenil capturado en el Golfo de Vizcaya. *SCRS/86/33*: 243-247.
- ORTIZ DE ZARATE, V. and J.L. Cort. 1998. Albacore (*Thunnus alalunga*, Bonnaterre) stock structure in the Atlantic Ocean, as inferred from distribution and migration patterns. *Proceedings of the ICCAT Tuna Symposium* (Beckett, J.E. ed.), vol 1, 251-260.
- ORTIZ DE ZARATE, V. and Bertignac, M. 2002. Analysis of tagging data from north Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*): attrition rate estimates. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 54:1438-1453.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39 (2):175-192.
- PENNEY, A. 1994. Morphometric relationships, annual catch-at-size for South African-caught South Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 42 (1): 371-382.

- PENNEY, A.J., S-Y. Yeh, C-L. Kuo and R. W. Leslie. 1998. Relationships between albacore (*Thunnus alalunga*) stocks in the southern Atlantic and Indian Oceans. Proceedings of the ICCAT Tuna Symposium (Beckett, J.E. ed.), vol 1, 261-271.
- PICCINETTI, C and C.P. Manfrin. 1993. Distribution of tunidae larvae in the Mediterranean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40(1): 164-172.
- POSTEL, E. 1964. Sur deux lots de germon (*Germo alalunga*) capturés dans le Golfe de Guinée par les palangriers japonais. Cahiers ORSTOM Ser. Océanographique 2 (2): 55-60.
- RICHARDS, W.J. 1969. Distribution and relative apparent abundance of larval tunas collected in the tropical Atlantic during Equalant surveys I and II. Proc. Symp. Oceanogr. Fish. Resour. Trop. Atl.-Rev. Contrib. Pap. UNESCO, Paris, Pap. 25: 289-315.
- RICHARDS, W.J. 1984. Kinds and abundances of fish larvae in the Caribbean Sea and adjacent areas. U.S. Dep. Commer., NOAA Technical Report NMFS SSRF 776: 54 p.
- RIKHTER, V.A. and V.N. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF Res. Doc., 76/VI/8: 12 p.
- SANTIAGO, J. 1993. A new length-weight relationship for the North Atlantic albacore. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40 (2): 316-319.
- SANTIAGO, J. 2004. Dinámica de la población de atún blanco (*Thunnus alalunga*, Bonaterre 1788) del Atlántico Norte. Tesis Doctoral, Univ. País Vasco 354 pp.
- SANZO, L. 1933. Uova e primi stadi larvali di alalonga (*Orcynus germo* LTKU). R. Com. Talas. Ital. Memoria 198: 11 p.
- SCHAEFER K.M. 2001. Reproductive biology of tunas. In: Block B.A. and E.D. Stevens (eds). Tuna: Physiology, ecology, and evolution. Academic Press, San Diego, California, USA, p 225-270.
- SHARP, G.D., 1978. Behavioral and physiological properties of tunas and their effects on vulnerability to fishing gear. In The Physiological Ecology of Tunas (G.D. Sharp, A.E. Dizon, eds). Academic Press, New York. 397-449.
- SHIOHAMA, T. 1971. Studies on measuring changes in the character of the fishing effort of the tuna longline fishery. Concentrations of the fishing effort to particular areas and species in the Japanese Atlantic fishery. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. 5: 107-130.
- TAKAGI, M., T. Okamura, S. Chow, and N. Taniguchi. 2001. Preliminary study of albacore (*Thunnus alalunga*) stock identification inferred from microsatellite DNA analysis. Fish. Bull. 99: 697-701.
- TALBOT, F.H. and Penrith, M.J. 1962. Tunnies and marlins of south Africa. Nature 193, 558-559.
- UEYANAGI, S. 1971. Larval distribution of tunas and billfishes in the Atlantic Ocean. FAO Fish. Report 71(2): 297-305.
- UOZUMI, Y. 1996. A historical review of the Japanese longline fishery and albacore catch in the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 43: 261-268.