

Informe de 2024 del Programa anual sobre atún blanco (ALBYP) de ICCAT

Contexto y objetivos del programa

Desde 2010, el Grupo de especies de atún blanco (ALB SG) ha llevado a cabo un programa de investigación para abordar incertidumbres clave que permitieran la mejora del asesoramiento científico para la ordenación de la especie. El programa de investigación ya se ha desarrollado para los stocks de atún blanco tanto del Atlántico norte como del sur y se ha revisado en varias ocasiones en función de los nuevos conocimientos, prioridades y estimaciones de costes. El programa de investigación se centra en tres campos principales de investigación: biología y ecología, seguimiento del estado del stock y evaluación de estrategias de ordenación (MSE) para el atún blanco del norte. Desde 2021, se dispone de fondos para este programa de investigación, que se utilizaron para desarrollar algunos de los temas de investigación clave que se describen a continuación. En 2024 se recomendó integrar el stock del Mediterráneo en el ALBYP.

Actividades en 2024

Desde 2021, el Grupo de especies de atún blanco ha priorizado los siguientes temas de investigación: un estudio de biología reproductiva para mejorar el conocimiento sobre la madurez y la fecundidad, un estudio de marcado electrónico para comprender mejor el ciclo vital y el uso del hábitat, y la MSE según el calendario de la MSE acordado por la Comisión. Los dos primeros temas de investigación se están realizando tanto para los stocks del Atlántico norte como del sur, mientras que el tercero es, por ahora, específico para el stock del norte. A continuación, se presentan las actividades acumuladas del ALBYP llevadas a cabo hasta 2024.

Biología reproductiva del atún blanco del Atlántico norte

Se utilizaron los fondos de ICCAT para celebrar un contrato con un consorcio para llevar a cabo este proyecto con el fin de mejorar los conocimientos sobre: a) la reproducción y la madurez del stock de atún blanco del Atlántico norte, b) las ojivas de madurez específicas por sexo, c) las zonas de desove a nivel espacial y temporal y d) L_{50} y la fecundidad relacionada con la talla/edad.

El consorcio del proyecto está liderado por el Dr. Alex Hanke y el Dr. Dheeraj Busawon (departamento de Pesca y Océanos, DFO, Canadá), asistidos en las actividades de coordinación por Pablo Quelle y la Dra. Victoria Ortiz de Zárate (UE-España, Instituto Español de Oceanografía - Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IEO-CSIC)). Otros científicos que participan en el proyecto son: Dr. Freddy Arocha (Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV), Universidad de Oriente (UDO), Venezuela), Dr. Nan-Jay Su (National Taiwan Ocean University, Taipei Chino), Dr. David Macías (UE-España, IEO-CSIC) y Dra. Kadra Benhalima (DFO, Canadá).

Las muestras de atún blanco fueron recogidas entre febrero de 2023 y enero de 2024 por las flotas de Taipei Chino (febrero a agosto de 2023) y Venezuela (noviembre de 2023 a enero de 2024). Debido al envío tardío de 207 muestras de las 276 recogidas por la flota de Taipei Chino, dichas muestras no pudieron analizarse. Por otra parte, se analizaron las 50 muestras de Venezuela.

Los radios de la aleta dorsal fueron procesados y leídos aplicando la metodología descrita en Ortiz de Zárate y Babcock (2016). Dos lectores hicieron estimaciones independientes de la edad de cada muestra y la edad final se determinó por acuerdo. Este análisis se completó en el primer semestre de 2024. Las edades del atún blanco oscilaban entre 4 y 9 años para las hembras y entre 4 y 11 años para los machos.

Para determinar la etapa de madurez, también se recogieron gónadas de ejemplares de atún blanco. Los oocitos se clasificaron en una de seis clases según sus diferentes etapas de desarrollo utilizando una terminología similar a la de Brown-Peterson *et al.* (2011). Para determinar la fase de madurez y la fase ovárica de cada hembra, se aplicó una escala de madurez microscópica para identificar el grupo más avanzado de oocitos (MAGO) en el ovario, los folículos postovulatorios (POF) y el desarrollo de oocitos vitelogénicos (Farley *et al.*, 2013 y 2016; y Schaefer, 2001). Para estimar los parámetros de fecundidad se utilizaron los dos enfoques siguientes: el método de Weibel para las estimaciones de fecundidad (Weibel y Gómez, 1962; Weibel *et al.*, 1966; Weibel, 1969) y un nuevo método disector (Sterio, 1984).

La flota de Taipei Chino recogió 201 peces, 144 hembras y 57 machos, capturados en las subzonas 1, 2 y 4. Un total de 96 hembras y 9 machos entre febrero y agosto fueron clasificados en fase de desove (fase de gónada IV). Del total de muestras analizadas, 34 correspondían a peces capaces de desovar (fase III) (27 machos y 7 hembras), 10 peces (2 machos y 2 hembras) en fase de regeneración (Vb) y 52 peces en fase de desarrollo (IIb). No se observaron peces en estado inmaduro (fase I), en desarrollo (fase IIa) ni en regresión (fase Va).

Las muestras de Venezuela se recogieron en las zonas 3 a 5. Todos los peces analizados eran maduros, principalmente en fase de regeneración (N=40). El análisis histológico confirmó estos resultados, ya que se encontraron hembras reproductoras de abril a septiembre (datos de 2021 y 2022) en las zonas de pesca 1, 2, 3 y 4.

Se estimó la fecundidad por lotes (BF) de 11 muestras con tallas comprendidas entre 97 y 107 cm de longitud recta a la horquilla (SFL) (de 5 y 9 años). La BF media fue de 1,01 millones de oocitos, con un rango de 0,30 a 2,15 millones. La fecundidad por lotes media relativa (BFrel) fue de 54 oocitos por gramo de peso corporal, oscilando entre 13 y 108 oocitos por gramo de peso corporal. Para determinar los factores que afectan a la fecundidad por lotes, como la talla, el peso corporal, el peso de las gónadas y la temporada, deberían volver a analizarse conjuntamente las muestras de todos los años.

El análisis microscópico del estado de madurez indicó que la mayoría de los peces (N=248) eran maduros. Sin embargo, sólo 3 peces (2 machos y 1 hembra) estaban "en desarrollo" (fase II). Por lo tanto, fue imposible ajustar la curva logística para obtener la ojiva. En este contexto, cualquier estimación de L_{50} no puede realizarse a menos que puedan muestrearse nuevos ejemplares inmaduros de menor talla (<80 cm de longitud SFL) en el océano Atlántico.

Biología reproductiva del atún blanco del Atlántico sur

El Dr. Paulo Travassos, científico nacional de Brasil, es el responsable del proyecto de este contrato de corta duración, cuyas actividades de investigación se llevan a cabo con la participación y el apoyo de científicos de Brasil (Dr. Paulo Almeida, Dra. Mariana Rego, Dra. Maria Lúcia Araújo, Dr. Joaquim Evêncio Neto y Dr. Luis Gustavo Cardoso), Uruguay (Dr. Andrés Domingo y Dr. Rodrigo Forselledo), Sudáfrica (Dra. Wendy West, Dr. Denham Parker, Dr. Sven Kerwath), Namibia (Charmaine Jagger) y Taipei Chino (Dr. Nan-Jay Su).

Siguen existiendo importantes lagunas en los conocimientos científicos sobre el atún blanco del Atlántico sur que es necesario colmar. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es determinar las zonas de desove, la época de desove, la edad-talla en la madurez y la fecundidad del atún blanco del Atlántico sur, utilizando muestras/mediciones proporcionadas por las CPC participantes. Se espera que este trabajo genere información para la conservación de la especie y la ordenación de las pesquerías en el Atlántico sur.

Para lograr estos objetivos, se están realizando muestreos biológicos en las tres principales zonas del Atlántico sur (dos zonas oceánicas en las aguas de Brasil/Uruguay y una zona en las aguas de Namibia/Sudáfrica). Desde septiembre de 2021 hasta la fecha, se han recogido muestras en un esfuerzo conjunto de los países socios con el objetivo de realizar un muestreo a la mayor escala espaciotemporal posible. Hasta ahora sólo se han incluido en el estudio las muestras recogidas por las flotas de túnidos de Brasil (237 gónadas) y Taipei Chino (300 gónadas). Se están recogiendo muestras de la zona de Namibia/Sudáfrica y pronto (2025) se enviarán para su análisis.

Se recogieron muestras de tres zonas diferentes a lo largo de la costa brasileña: una situada en el norte (flota con base en Recife, alrededor de 4°-6°S), la segunda situada alrededor de 22°-27°S y la tercera zona alrededor de 33°-34°S. Al examinar la distribución de frecuencias del atún blanco capturado en estas zonas, se observó que existía un gradiente en la composición de tallas en función de la latitud. Se han capturado peces más grandes en latitudes bajas, con tallas de longitud a la horquilla que oscilan entre 91 y 125 cm. Con el aumento de la latitud, se observó una disminución de la talla de los peces capturados, que oscilaba entre 99-111 cm alrededor de 22°-27°S y entre 81-111 cm más al sur (alrededor de 33°-34°S).

La evaluación de las etapas de madurez según el lugar de captura reveló que en las latitudes más altas predominan los ejemplares inmaduros. A medida que disminuye la latitud, el porcentaje de fases que indican actividad reproductora se hace más significativo. A partir de los datos generados para los peces clasificados

como capaces de desovar y activos, la zona de desove de la especie en el Atlántico sur se sitúa probablemente entre las latitudes 10°S y 25°S, donde se capturaban muchas hembras activas.

La talla de primera madurez (L_{50}) se volvió a estimar basándose en una revisión de las etapas de madurez previamente establecidas tanto para machos como para hembras. La L_{50} para las hembras se determinó en 89,7 cm de longitud a la horquilla (FL) (intervalo de confianza: 86,1-91,5 cm), mientras que para los machos fue de 88,0 cm FL (intervalo de confianza: 86,8-90,5 cm). La L_{95} fue de 94,0 cm tanto para hembras como para machos. Sin embargo, para obtener una L_{50} más exacta y precisa, es necesario incluir ejemplares más pequeños, por lo que resulta esencial analizar muestras de Namibia y Sudáfrica. En cuanto a la estimación de la fecundidad, no se realizó ningún análisis nuevo y se consideran aquí los valores ya presentados. El peso medio de los ovarios utilizados para estimar la fecundidad fue de 328,1 g ($\pm 164,6$ desv. est.), mientras que la longitud a la horquilla de las hembras osciló entre 97,7 y 109,0 cm. La fecundidad por lotes varió de 0,08 a 1,46 millones de oocitos, y la frecuencia de oocitos hidratados por lote de 0,5 g osciló entre 176 y 398.

Se recogieron en total 288 espinas de la primera aleta dorsal, de peces que medían entre 91 y 125 cm FL. De este total, una pequeña parte fue retenida y analizada. El rango del número de anillos en las secciones de las espinas analizadas fue de 7 a 8 anillos, pero es probable que el número de años sea mayor, ya que los anillos iniciales no son visibles debido a la zona de vascularización en la espina. También se recogieron hasta ahora ochenta (80) otolitos de peces capturados por la flota palangrera brasileña con base en Recife, que medían más de 95 cm FL. Estos otolitos se han procesado y almacenado para su análisis, que debería comenzar en breve.

En este contexto, la especie se reproduce en latitudes bajas tras su viaje migratorio a zonas tropicales del Atlántico sur occidental. El estudio sugiere que los miembros más jóvenes de la especie permanecen en las zonas subtropicales y templadas a ambos lados del océano Atlántico sur, mientras que los adultos llevan a cabo su migración reproductiva a aguas tropicales cálidas y luego regresan a altas latitudes de aguas frías.

Desplazamientos y uso del hábitat del atún blanco del Atlántico norte

Este proyecto está dirigido por el Dr. Haritz Arrizabalaga (AZTI, UE-España), en colaboración con científicos de la UE-España (AZTI e IEO), y el apoyo adicional de científicos de diferentes CPC implicados en la comunicación de las recuperaciones y recompensas por marcado (UE-Francia, UE-Irlanda, UE-Portugal, Japón y Taipei Chino).

Los fondos de ICCAT se destinan principalmente a la compra de marcas y a cubrir parte de los costes de colocación y transmisión por satélite, mientras que otros costes (marcas adicionales, personal, viajes, etc.) los aportan como contribuciones en especie las instituciones participantes en las actividades de marcado y análisis.

Desde 2019, se han realizado varias prospecciones de marcado en aguas de las islas Canarias y el golfo de Vizcaya. Las prospecciones realizadas en aguas de las islas Canarias se llevaron a cabo a bordo de barcos de cebo vivo y buques fletados que se dirigen a ejemplares grandes durante el invierno/primavera. Hasta ahora, se han colocado 39 MiniPAT (5 en 2019, 10 en 2020, 14 en 2022, 6 en 2023 y 4 en 2024). En el golfo de Vizcaya se realizaron prospecciones a bordo de los barcos de cebo vivo utilizados para la prospección acústica del atún rojo, así como de los buques de recreo y buques fletados que utilizan artes de curricán, que se dirigen a ejemplares pequeños y medianos durante el verano y el otoño. Hasta ahora, se han implantado 154 marcas de archivo internas (Lotek LAT 2810L) y dos marcas archivo satélite pop up (PSAT) en 2020-2024.

Para aumentar las posibilidades de recuperar las marcas archivo internas, se elaboraron carteles que anunciaban recompensas de 1.000 euros en español, francés, inglés, portugués, japonés y chino mandarín, y se distribuyeron a través de los participantes colaboradores del Grupo de especies de atún blanco de diferentes CPC. Hasta la fecha, se han recopilado datos de 34 de las PSAT desplegadas. De las marcas archivado internas, se recuperaron 14, nueve de ellas con tiempos en libertad superiores a un año completo. Lamentablemente, dos de las marcas recuperadas tenían la antena rota. Otra aún se está analizando, pero las demás proporcionaron seguimiento para todo el año. Estas recuperaciones (hasta 439 días en libertad) son, hasta donde sabemos, cubren los periodos más largos observados para el atún blanco en el océano Atlántico. Estos seguimientos cubren más de un año en la vida de un juvenil de atún blanco que visitó aguas poco profundas del golfo de Vizcaya en los veranos siguientes, mientras que habitaba en aguas más

profundas del Atlántico central y occidental durante el invierno y se dirigía al sur hacia las islas Canarias antes de regresar al golfo de Vizcaya. Las actualizaciones de los resultados obtenidos hasta el momento se presentaron al Grupo de especies de atún blanco durante la reunión del Grupo de especies celebrada en septiembre de 2024 (Cabello de los Cobos *et al.*, 2023 y 2024). En un futuro próximo, se seguirán desplegando el resto de las marcas adquiridas, estimando todos los recorridos y analizando la información proporcionada por las marcas.

Desplazamientos y uso del hábitat del atún blanco del Atlántico sur

Los jefes de proyecto de este estudio son el Dr. Paulo Travassos y el Dr. Andrés Domingo, científicos nacionales de Brasil y Uruguay, respectivamente. El principal objetivo de este estudio es proporcionar información sobre los patrones de movimiento y el uso del hábitat del atún blanco en el océano Atlántico sur, para contribuir a la evaluación y ordenación del stock meridional de la especie.

ICCAT ha proporcionado un total de 13 marcas miniPAT (Wildlife Computers) (10 para el mercado en Brasil y tres en Sudáfrica). Aprovechando la oportunidad de una expedición para marcar rabil alrededor del archipiélago de Fernando de Noronha (Proyecto Protuna, investigación nacional apoyada por el gobierno brasileño; Proceso CNPq N.º 445810/2015-7), se llevó a cabo un intento de marcar atún blanco en este área del 23 al 27 de mayo de 2022. Sin embargo, no se capturó ningún atún blanco durante esta campaña y, por tanto, no se marcó ningún pez.

Después de eso, no se realizó ningún crucero de marcado y las marcas tuvieron que ser devueltas recientemente al fabricante (Wildlife Computers) para cambiar el programa informático de la marca y la batería. Se espera que estas marcas se devuelvan en mayo/junio de 2025, de modo que pueda planificarse el trabajo de marcado, con el primer crucero de marcado programado para el Atlántico sur en la primavera de 2025.

Evaluación de estrategias de ordenación (MSE) para el atún blanco del Atlántico norte

Los fondos de ICCAT se utilizaron para un contrato de corta duración con AZTI, coordinado por el Dr. Gorka Merino y la Dra. Agurtzane Urtizberea, para llevar a cabo las tareas técnicas necesarias para seguir el calendario de MSE adoptado por la Comisión en 2021. Según este calendario, tras la adopción del primer procedimiento de ordenación (MP) de ICCAT en 2021 (tras la adopción de una norma de control de la captura en 2017), se debe evaluar anualmente la existencia de circunstancias excepcionales (indicadores dependientes del año). Asimismo, se desarrolló una nueva evaluación de niveles de referencia del stock utilizando Stock Synthesis, que servirá de base para condicionar los nuevos modelos operativos de la segunda ronda del marco de la MSE. Se espera que esta nueva MSE se entregue en 2026 para que la Comisión pueda revisar el MP si así lo desea. Además, la [Recomendación de ICCAT sobre medidas de conservación y ordenación, incluido un procedimiento de ordenación y un protocolo de circunstancias excepcionales, para el atún blanco del Atlántico norte \(Rec. 21-04\)](#) requiere probar alternativas al MP adoptado.

En lo que respecta al desarrollo de modelos operativos (OM) en el nuevo marco del modelo de la MSE para el atún blanco del Atlántico norte, los miembros interesados del Grupo de especies de atún blanco han trabajado junto con la Secretaría de ICCAT y los contratistas en la nueva estructura del modelo desde 2021. Las definiciones de flotas, capturas, captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y datos de talla para el modelo SS3 se adoptaron en la Reunión de preparación de datos de atún blanco del norte 2023 (que incluye la MSE) (ICCAT, 2023). En 2023, el modelo SS3 fue desarrollado y discutido en la Reunión de preparación de datos de atún blanco del norte de 2023 (que incluye la MSE) (Urtizberea *et al.*, 2023a) y en la Reunión de evaluación del stock de atún blanco del Atlántico de 2023 de ICCAT (Urtizberea *et al.*, 2023b). En la reunión del Grupo de especies de atún blanco de 2023, se presentó el modelo perfilado (Urtizberea *et al.*, 2023c) junto con un conjunto de diagnósticos del modelo, incorporando las sugerencias del Grupo de especies de atún blanco. Este modelo produjo resultados muy similares a los del modelo utilizado para proporcionar el estado del stock en la evaluación de stock de 2023, pero mostró un mejor desempeño en lo que respecta al desempeño del diagnóstico. El Grupo de especies de atún blanco aceptó este modelo como caso de referencia para estructurar los OM de la nueva MSE.

En 2024, se utilizó el caso de referencia SS3 para condicionar los nuevos modelos operativos de la segunda ronda del marco MSE, cuya entrega está prevista para 2026. Los contratistas iniciaron la elaboración de una matriz de referencia de OM basada en Stock Synthesis como parte de la nueva MSE, y probaron el MP

actualmente adoptado en esta nueva matriz de referencia. Además, desarrollaron un nuevo modelo de error de observación incorporando propiedades estadísticas de los residuos de CPUE tanto en la parte histórica como en la futura de la serie temporal. También produjeron los gráficos necesarios para que el Grupo de especies de atún blanco discutiera la detección de circunstancias excepcionales, tal y como solicitaba el Protocolo sobre circunstancias excepcionales incluido en la [Rec. 21-04](#).

Actividades y plan para 2025

Biología reproductiva y determinación de la edad del atún blanco del Atlántico norte

Las actividades de muestreo continuarán en 2025 para cubrir ejemplares pequeños y permitir la estimación de L_{50} . Análisis adicionales de fecundidad en las muestras existentes permitirán finalizar el estudio sobre la biología reproductiva del atún blanco del norte. Los análisis se realizarán con los mismos métodos utilizados anteriormente para estimar el estado de madurez y la fecundidad. Se determinará la edad de las muestras de espina dorsal correspondientes para determinar la edad de los peces muestreados para el estudio de las fases de reproducción y fecundidad.

Con el fin de estimar la edad máxima del atún blanco para fundamentar supuestos sobre la mortalidad natural, se requieren muestras adicionales para la determinación de la edad (espinas y otolitos) de ejemplares grandes (>100 cm SFL) (100-200 ejemplares por stock). Se dispone de una muestra de espinas, cuya edad ya se ha determinado, y se dispone y se dispondrá de muestras adicionales para completar este estudio.

Biología reproductiva y determinación de la edad del atún blanco del Atlántico sur

Dado que hasta ahora sólo se han analizado durante el proyecto las muestras recogidas por las flotas atuneras de Brasil y Taipei Chino, se dará prioridad a la recogida de muestras de los demás países socios (principalmente Namibia y Sudáfrica). Los socios de estos dos países ya están recogiendo muestras, que se enviarán a Brasil para su análisis a principios de 2025.

También se recogerán muestras pareadas (otolitos y espinas) de grandes atunes blancos para verificar los supuestos de mortalidad natural basados en la edad máxima.

Desplazamientos y uso del hábitat del atún blanco del Atlántico norte

Durante 2025, se prevé continuar con el despliegue de marcas adicionales utilizando diferentes oportunidades de marcado (buques comerciales, de investigación, de fletamento y recreativos) con la intención de caracterizar mejor el ciclo vital del atún blanco del Atlántico norte y considerar hipótesis sobre la estructura del stock. Tras la experiencia de los últimos años, los científicos de AZTI tienen previsto realizar despliegues en el golfo de Vizcaya y en las islas Canarias pero podría ampliarse a otras zonas si surgen oportunidades, especialmente en el Atlántico occidental si se identifican plataformas de marcado adecuadas. También se prevé realizar análisis adicionales de la información recogida hasta ahora para completar las trayectorias de todas las marcas recuperadas.

Desplazamientos y uso del hábitat del atún blanco del Atlántico sur

La expedición de marcado, que estaba previsto que tuviera lugar en Brasil en enero/febrero de 2025, tuvo que suspenderse debido a la necesidad de enviar las marcas a Wildlife Computers para que revisaran el programa informático de marcado y la batería. Se espera que estas marcas se entreguen en mayo/junio para que pueda planificarse el trabajo de marcado, con el primer crucero de marcado programado para el Atlántico sur en la primavera de 2025.

Evaluación de estrategias de ordenación del atún blanco del Atlántico norte

En 2025 se prevé finalizar el conjunto de OM de referencia y robustez utilizando el caso de referencia del modelo SS3 desarrollado en 2023. Otro avance clave previsto para 2025 es la finalización del modelo de error de observación teniendo en cuenta las propiedades estadísticas de cada índice de abundancia en las

proyecciones. Se desarrollarán y evaluarán MP empíricos y basados en modelos. Al menos uno de los MP considerados debería ser el adoptado en la [Rec. 21-04](#).

Bibliografía

- Brown-Peterson N.J, Wyanski D.M., Saborido-Rey F., Macewicz B.J., Lowerre-Barbieri S.K. 2011. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. *Marine and Coastal Fisheries. Dynamics Management, and Ecosystem Science*, Vol. 3, Issue 1. <https://doi.org/10.1080/19425120.2011.555724>.
- Cabello de los Cobos M., Arregui I., Onandia I., Uranga J., Lezama-Ochoa N., Ortiz de Zárate V., Delgado de Molina R., Santiago J., Abascal F., Arrizabalaga H. 2023. Updated North Atlantic albacore e-tagging research 2019-2023. SCRS/P/2023/028REV2.
- Cabello de los Cobos M., Arregui I., Onandia I., Markalain G., Uranga J., Lezama-Ochoa N., Ortiz de Zárate V., Delgado de Molina R., Santiago J., Abascal F., Arrizabalaga H. 2024. Updated North Atlantic albacore e-tagging research 2019-2024. SCRS/P/2024/119.
- Farley J.H., Williams A.J., Hoyle S.D., Davies C.R., Nicol S.J. 2013. Reproductive dynamics and potential annual fecundity of South Pacific albacore tuna (*Thunnus alalunga*). *PloS ONE* 8 (4), e60577. doi: 10.1371/journal.pone.0060577.
- Farley J., Clear N., Kolody D., Krusic-Golub K., Eveson P., Young J. 2016. Determination of swordfish growth and maturity relevant to the southwest Pacific stock. CSIRO Oceans & Atmosphere, Hobart, pp.114. ISBN 978-1-4863-0688-6.
- ICCAT. 2023. Report of the ICCAT 2023 North Atlantic Albacore Data Preparatory Meeting (including MSE) (Hybrid/San Sebastian/Pasaia, Spain, 20-23 March 2023). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 80 (3): 1-69.
- Ortiz de Zárate V., Babcock E.A. 2016. Estimating individual growth variability in albacore (*Thunnus alalunga*) from the North Atlantic stock: Aging for assessment purposes. *Fisheries Research*, 180: 54-66.
- Schaefer K.M. 2001. Reproductive biology of tunas. In: *Tuna: Physiology, Ecology and Evolution*, eds. Block B.A., Stevens E.D. Academic Press, San Diego, California, pp. 225–270.
- Sterio D. C. 1984. The unbiased estimation of number and sizes of arbitrary particles using the dissector. *J. Microsc.* 134, 127–136. doi: 10.1111/j.1365-2818.1984.tb02501.x.
- Urtizberea A., Merino G., Kimoto A., Ortiz M., Lauretta M., Schirripa M., Brown C., Arrizabalaga H. 2023a. Preliminary Stock Synthesis assessment model for northern Atlantic albacore. Presentation SCRS/P/2023/013.
- Urtizberea A., Merino G., Kimoto A., Ortiz M., Schirripa M., Calay S., Brown C., Ortiz de Zárate V., Morón Correa G., Santiago J., Arrizabalaga H. 2023b. Preliminary stock synthesis assessment model for northern Atlantic albacore. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 80(3): 279-312.
- Urtizberea A., Lauretta M., Merino G., Kimoto A., Ortiz M., Schirripa M., Calay S., Brown C., Ortiz de Zárate V., Morón Correa G., Santiago J., Arrizabalaga H. 2023c. Review and diagnostics for the stock synthesis model for North Atlantic albacore. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 80(3): 336-356.
- Weibel E.R. 1969. Stereological principles for morphometry in electron microscopy cytology. *Int. Rev. Cytol.*, 26: 235-302.

Weibel E.R., Gómez D.M. 1962. A principle for counting tissue structures on random sections. *J Appl Physiol*, 17: 343-348.

Weibel E.R., Kristel G.S., Scherle W.F. 1966. Practical stereological methods for morphometric cytology. *J. Cell Biol.*, 30: 23-38.