

INFORME DE LA REUNIÓN ICCAT DE 2020 DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE ATÚN BLANCO DEL ATLÁNTICO

(On line, 29 de junio a 8 de julio de 2020)

«Los resultados, conclusiones y recomendaciones incluidos en este informe reflejan solo el punto de vista del grupo de especies de atún blanco. Por tanto, se deberían considerar preliminares hasta que sean adoptados por el SCRS en su sesión plenaria anual y sean revisados por la Comisión en su reunión anual. Por consiguiente, ICCAT se reserva el derecho a emitir comentarios, objetar o aprobar este informe, hasta su adopción final por parte de la Comisión».

1. Apertura, adopción del orden del día y disposiciones para la reunión

La reunión se celebró on line debido a la epidemia de coronavirus (COVID-19), que ha afectado especialmente a Madrid, lo que obligó a la Secretaría de ICCAT a cerrar. Por tanto, se decidió establecer una reunión on line del 29 de junio al 8 de julio de 2020. Los Dres. Haritz Arrizabalaga (UE-España) y Josetxu Ortiz de Urbina (UE-España), relatores del Grupo de especies de atún blanco del Atlántico y del Mediterráneo, respectivamente, y presidentes de la reunión, inauguraron la reunión y dieron la bienvenida a los participantes. El Dr. Miguel Neves dos Santos (secretario ejecutivo adjunto de ICCAT) dio la bienvenida a los participantes y agradeció los esfuerzos realizados por todos los participantes para asistir a esta reunión on line.

La Secretaría proporcionó información sobre la forma de utilizar la plataforma on line para la reunión (Microsoft Teams). Los presidentes revisaron el orden del día comentado, que fue adoptado (**Apéndice 1**).

La lista de participantes se incluye en el **Apéndice 2**. La lista de documentos y presentaciones de la reunión se adjunta como **Apéndice 3**. Los resúmenes de todos los documentos y presentaciones SCRS presentados a la reunión se adjuntan en el **Apéndice 4**. Los siguientes participantes actuaron como relatores:

Punto	Relatores
Puntos 1, 8	M. Ortiz
Punto 2	C. Palma, V. Ortiz de Zárate, D. Parker
Punto 3	G. Merino, H. Arrizabalaga, N. Duprey
Punto 4	T. Matsumoto, B. Mourato, H. Winker, A. Kimoto, M. Ortiz
Punto 5	H. Arrizabalaga, J. M. Ortiz de Urbina y A. Kimoto
Punto 6	H. Arrizabalaga, J. Ortiz de Urbina, M. Ortiz
Punto 7	H. Arrizabalaga, J.M. Ortiz de Urbina

2. Resumen de los datos disponibles para la evaluación

2.1 Biología

Los parámetros biológicos utilizados para ambos stocks se mantienen igual que en evaluaciones anteriores (**Tablas 1 y 2**).

La presentación SCRS/P/2020/044 facilitaba un resumen de la nueva información sobre la talla y las relaciones talla-peso y peso-peso para el atún blanco (*Thunnus alalunga*) capturado en el Atlántico sudoccidental. Los datos de talla y peso (de más de 78 mil mediciones) fueron recogidos por el programa nacional de observadores de Uruguay entre 1998 y 2019. Las mediciones de talla y peso consideradas fueron longitud curva a la horquilla (CFL), longitud predorsal (PDL) y peso vivo (RW) y peso canal (DW), respectivamente. Se presentaron los factores de conversión para CFL-PDL, RW-CFL y RW-DW. Las relaciones aportadas cubren la mayoría del espectro de talla total declarado (50 a 140 cm CFL) de esta especie y se compararon con otras adoptadas por ICCAT. La CFL es más fácil de medir a bordo que la longitud recta a la horquilla (SFL) con errores mínimos, especialmente para los ejemplares más grandes. El Grupo señaló la necesidad de un factor de conversión de CFL a SFL para el atún blanco del sur. El Grupo acogió con satisfacción el resultado de este estudio y decidió considerar más en profundidad la adopción de estas relaciones en el futuro, cuando esté disponible un documento completo revisado por pares.

El Grupo indicó un pequeño error en el Manual de ICCAT para uno de los parámetros de la relación talla-peso para el stock meridional y solicitó a la Secretaría que lo corrigiera. Se refiere al parámetro b de la relación talla-peso según Penney (1994) para el atún blanco del sur y el valor correcto debería ser 3,0973.

El Grupo se mostró de acuerdo en que aún se conocen poco muchos de los parámetros biológicos clave del atún blanco del Atlántico (por ejemplo, biología reproductiva). Esta falta de conocimiento menoscaba el asesoramiento del SCRS, ya que los parámetros biológicos son un valor de entrada clave en los modelos de evaluación de stock utilizados actualmente por el Grupo. El programa de investigación de atún blanco tiene como objetivo aumentar los conocimientos para mejorar la calidad del asesoramiento científico y reducir la incertidumbre asociada.

2.2 Captura, esfuerzo y talla

Durante la reunión se presentaron cuatro documentos sobre estadísticas pesqueras de atún blanco con series de captura revisadas e información sobre tallas, que abarcaban los tres stocks de atún blanco (ALB-N: Atlántico norte, ALB-S: Atlántico sur, ALB-M: mar Mediterráneo).

La presentación SCRS/P/2020/045 presentaba algunos de los rasgos principales que caracterizan a la pesquería de cebo vivo española que se dirige al atún blanco en las islas Canarias (stock ALB-N). Se representaron, para el periodo 2000-2019 las capturas totales en peso (t) por año y la estacionalidad expresada por la distribución mensual de las capturas (kg) en cada año. Los pesos medios anuales (kg) del atún blanco estimados para el mismo periodo presentaban una tendencia descendente.

La presentación SCRS/P/2020/080 presentaba, entre otros indicadores, una serie de captura revisada de la pesquería española de recreo en el mar Balear (Mediterráneo occidental, ALB-M) para el periodo 2005-2018. La información utilizada en este estudio se obtuvo en 23 torneos de pesca de la pesquería de recreo dirigida principalmente al atún blanco en los meses de junio y julio.

Taipei Chino presentó dos documentos (uno sobre cada uno de los stocks del Atlántico) sobre muestras de frecuencias de tallas obtenidas por la flota palangrera de Taipei Chino entre 1981 y 2018. El documento SCRS/2020/107 presentaba un análisis espacio-temporal del atún blanco medido por buque pesquero, y la gran mayoría se midió en el caladero entre 15°N y 40°N del Atlántico norte (stock ALB-N). Durante los 80 (periodo en que el atún blanco era la especie objetivo), la talla del atún blanco capturado en esta pesquería oscilaba entre 80 y 120 cm SFL con valores medios de aproximadamente 100 cm SFL. A principios y mediados de los 90 se recogieron pocas muestras de talla de atún blanco porque los buques cambiaron de especie objetivo para capturar patudo. Desde 1999, los buques volvieron al atún blanco y las muestras de tallas recogidas tenían una mediana de aproximadamente 90-110 cm SFL. El documento SCRS/2020/108 presentaba un análisis espacio-temporal del atún blanco medido en el Atlántico sur (stock ALB-S). Se utilizó una estructura espacial de cinco zonas pesqueras para analizar la variación anual en la talla media a lo largo del tiempo. En total, las tallas medias de ALB-S parecen ser relativamente estables entre 1981 y 2019, con variaciones anuales en la talla media de aproximadamente 80 y 120 cm SFL. Por área, se observaron ejemplares pequeños de atún blanco (SFL < 100 cm) en latitudes meridionales por encima de 25°S (en ambas zonas, oriental y occidental) del stock del sur, en contraste con la región del norte (latitud < 25°S) de ALB-S con pocas evidencias de peces pequeños y con una talla media ligeramente superior de aproximadamente 100 cm SFL.

La Secretaría presentó brevemente al Grupo la información pesquera sobre atún blanco más actualizada (T1NC: capturas nominales de Tarea 1; T2CE: captura-esfuerzo de Tarea 2; T2SZ: muestras de talla de Tarea 2; T2CS: captura por talla de Tarea 2 declarada) disponible en ICCAT para los tres stocks de atún blanco cubriendo el periodo de 1950 a 2018. El marcado convencional de ALB y las estimaciones de CATDIS (1950 a 2017) se pusieron también a disposición del Grupo, pero no se discutieron.

En la **Tabla 3** (ALB-N), **Tabla 4** (ALB-S) y **Tabla 5** (ALB-M) se presenta una visión consolidada de las estadísticas disponibles de Tarea 1 y Tarea 2 y los catálogos estándar del SCRS de los tres stocks de atún blanco para el periodo 1990-2018. Las puntuaciones retrospectivas correspondientes de ALB, cuantificando la disponibilidad de los datos de Tarea 1 y Tarea 2 (una puntuación por catálogo) a lo largo del tiempo se muestran en la **Figura 1**. Los tres stocks presentan tendencias crecientes en sus puntuaciones (menos acentuada en ALB-M) en la serie temporal de «30 años», en particular durante la última década de cada serie temporal (periodo de 1980-2009 a 1989-2018), que indica mejoras en la exhaustividad de los datos.

Capturas de Tarea 1 (T1NC)

No se han hecho grandes actualizaciones a T1NC para los tres stocks de atún blanco después de la reunión del SCRS de 2019. En la **Tabla 6** se presentan las capturas totales de ALB-N, ALB-S y ALB-M. La **Figura 2** muestra en cada stock las capturas acumuladas por arte principal entre 1950 y 2018. Las capturas para 2019 eran incompletas para los tres stocks y, por tanto, no se tuvieron en cuenta.

Las capturas globales de ALB-N muestran una tendencia descendente desde 2006 (~37.000 t) alcanzando un mínimo de aproximadamente 15.400 t en 2009. Este descenso en las capturas se ha debido sobre todo al descenso en las capturas de las pesquerías españolas de cebo vivo (una reducción del ~65 % en peso) y de curricán (una reducción del ~60 %) en el mar Cantábrico. Las capturas de las pesquerías de palangre (sobre todo de Japón y Taipei Chino) también experimentaron una reducción de aproximadamente un 50 % en peso. Desde ese mínimo, las capturas totales aumentaron hasta un máximo de 30.300 t en 2016, debido en gran parte a un aumento en las capturas de las pesquerías de arrastre y cebo vivo europeas, así como de las pesquerías de Japón y Taipei Chino. Las capturas preliminares totales para 2017 y 2018 ascienden a 28.401 t y 29.691 t, respectivamente.

Para ALB-S, la captura total ha oscilado en torno a 24.000 t entre 2006 y 2012, mostrando después una gran caída, llegando a menos de 13.800 t (una reducción de más del 40 %) en 2016. Este descenso está vinculado a una reducción de la captura en las principales pesquerías (LL: Taipei Chino, Japón y Brasil; BB: Sudáfrica, Namibia y Brasil). Las capturas preliminares totales para 2018 ascendieron hasta aproximadamente 17.100 t.

Para ALB-M, las capturas totales de las últimas décadas alcanzaron un pico de aproximadamente 8.000 t en 2003, presentando después una tendencia decreciente hasta un mínimo de 1.500 t (una reducción del 80 %) en 2013, y posteriormente un aumento continuo hasta llegar a aproximadamente 4.300 t en 2016. Las capturas preliminares totales para 2017 y 2018 son de 2.780 t y 2.434 t, respectivamente. A pesar de las mejoras en la declaración de las capturas por parte de las CPC en años recientes, el stock de ALB-M tiene todavía series de capturas incompletas. La serie de captura de la pesquería de recreo española (2005-2020) del Mediterráneo occidental, presentada en el SCRS/2020/080, fue adoptada por el Grupo y se integrará en la T1NC en el futuro. Esta integración se hará con la orientación de los científicos españoles para evitar el doble cómputo, ya que algunas capturas podrían haberse declarado ya como arte «UNCL».

Captura y esfuerzo de Tarea 2 (T2CE) y talla (T2SZ)

Los catálogos del SCRS de ALB-N (**Tabla 3**), ALB-S (**Tabla 4**) y ALB-M (**Tabla 5**) resumen la disponibilidad de los conjuntos de datos de T2CE, T2SZ y T2CS (respectivamente "a", "b" y "c" en cada fila de Tarea II, es decir cuando el campo DSet = "t2"). Por defecto, los catálogos no muestran conjuntos de datos (que están disponibles en el sistema de bases de datos de ICCAT) con una resolución pobre en tiempo (por año), pobre o sin detalle geográfico (deben tener al menos las áreas de muestreo de ALB), y otros conjuntos de datos específicos que no suele usar el SCRS (T2CE sin esfuerzo, frecuencias no estándar en T2SZ, intervalos de frecuencias de talla/peso en T2SZ superiores a 5 cm/kg, etc.)

El catálogo del ALB-N muestra que aproximadamente el 90 % del rendimiento total está relacionado con solo siete flotas (flotas de curricán y cebo vivo de UE-España, palangre de Taipei Chino, arrastre y red de enmalle de UE -Francia, cebo vivo de UE-Portugal y arrastre de UE-Irlanda) En la última década, sin embargo, quedan algunas pequeñas lagunas en las series de T2CE y T2SZ (arrastre de UE-Francia, cebo vivo de UE-Portugal, y arrastre de UE-Irlanda) que aún deben ser recuperadas. El restante 10 % de las pesquerías de ALB-N tienen aun importantes lagunas en los datos de Tarea 2 (tanto T2CE como T2SZ). Las series con lagunas importantes (que faltan al menos dos años de datos de Tarea 2) son las pesquerías de palangre de superficie de Vanuatu, Venezuela, UE-España, Panamá, China y Corea.

El catálogo de ALB-S muestra que el 90 % del rendimiento total está vinculado a solo cinco flotas importantes (palangre de Taipei Chino, cebo vivo de Sudáfrica y Namibia, palangre de Brasil y palangre de Japón). En términos de disponibilidad de Tarea 2 (T2SZ y T2CE), existen importantes lagunas en las series sudafricana, namibia y brasileña. El restante 10 % de las pesquerías de ALB-S tienen aun importantes lagunas en la Tarea 2, T2CE y T2SZ. La serie más importante con lagunas es la de cebo vivo brasileño y las flotas de palangre más importantes que capturan atún blanco como captura fortuita son Corea, Filipinas, Vanuatu, UE-España y China. Las pesquerías tropicales de cebo vivo y de cerco (Ghana, UE-Francia, UE-

España, Guatemala, Curazao, etc.) que pescan atún blanco como captura fortuita tienen también series de Tarea 2 incompletas.

El catálogo de ALB-M muestra que el 90 % del rendimiento total está vinculado a ocho flotas principales (UE-Italia [LL, GN, PS], UE-Grecia LL, UE-Chipre LL, UE-España LL y Turquía LL). A pesar de una mejora observada en la comunicación de los conjuntos de datos de Tarea 1 y Tarea 2 de ALB-M, continúan existiendo muchas lagunas en algunas de las flotas más importantes, incluyendo en los años más recientes.

El Grupo recomendó que la Secretaría trabaje con los corresponsales estadísticos de las CPC que tienen lagunas en la Tarea 2 de los catálogos del SCRS. Para las CPC de ICCAT sin representación científica en la reunión, la Secretaría debería solicitar los conjuntos de datos faltantes correspondientes lo antes posible.

Captura por talla

Para esta evaluación, no se actualizó (1975-2014) la matriz global de captura por talla (CAS). En consecuencia, los pesos medios ponderados por arte principal y stock estimados usando la CAS no se actualizaron.

2.3 Índices de abundancia relativa

2.3.1 Atlántico norte

El documento SCRS/2020/102 presentaba las CPUE estandarizadas del atún blanco del Atlántico norte capturado por la pesquería de palangre de Taipei Chino para el periodo 1981-2018 utilizando un modelo GLM con una distribución de error lognormal modelado como en la última evaluación del stock realizada en 2016 (Anón. 2017). Se utilizaron los efectos año, mes, así como latitud y longitud por cuadrículas de 5 grados. La varianza explicada por el ajuste del modelo era $r^2 = 0,3$. Se estableció la muestra unitaria y la captura en número de peces y el esfuerzo pesquero (1000 anzuelos) fueron consignados. La distribución espacial de la pesquería era estable en comparación con análisis anteriores. El análisis incluía 15 buques que se dirigen continuamente al atún blanco, utilizando la ratio de captura de atún (ALB/todas las especies de túnidos) superior a la proporción 0,8. La tendencia global de las CPUE estandarizadas presentaba un pico en 2014 y posteriormente una tendencia decreciente hasta 2018.

El Grupo solicitó las ratios de captura cero para examinar la tendencia. Los autores respondieron que las ratios de captura cero eran inferiores al 1 % para los buques que se dirigen al atún blanco. Otra discusión fue sobre la necesidad de proporcionar las CPUE estandarizadas en peso y presentar los resultados para comparar con las series de CPUE que se utilizaron en la última evaluación (**Figura 3**). Se indicó que ambas tendencias presentan patrones muy similares. El Grupo comparó también ambas series temporales de ambas CPUE en número y peso y evaluó los posibles efectos en el modelo de producción excedente. Se decidió utilizar el índice en peso como entrada del modelo.

El documento SCRS/2020/091 presentaba las características de la pesquería de palangre japonesa, incluida su captura de atún blanco. El atún blanco se capturaba principalmente como captura fortuita en el Atlántico norte y el Atlántico sur, excepto por una parte de zona y periodo. Recientemente, la cantidad de la captura y la proporción de atún blanco en la captura están aumentando en el Atlántico sur.

El documento SCRS/2020/092 presentaba las CPUE estandarizadas de palangre japonés dirigido al atún blanco analizadas en tres periodos: objetivo (1959-1969, JPN-LL1), transición (1969-1975, JPN-LL2) y captura fortuita (1975-2018, JPN-LL3). Los efectos de año, trimestre, subárea, arte pesquero (número de anzuelos entre flotadores) y alguna interacción fueron considerados para los análisis de la CPUE utilizando un GLM con un modelo binomial negativo. La tendencia reciente (2015-2018) era ligeramente inferior a la media de la última década (2009-2018).

El Grupo discutió sobre el hecho de que los valores observados de las CPUE nominales eran superiores a las CPUE estandarizadas después de 2012, algo que se examinará en futuros análisis que se van a presentar.

El Grupo discutió la exclusión de las series de CPUE del índice estandarizado para los años 2013 y 2014 como se hizo en la evaluación anterior de 2016. Este año, el grupo acordó excluir la observación del índice estandarizado solo para 2013, que muestra una subida fuerte, lo que representa una CPUE inusualmente elevada en esta zona ecuatorial.

El documento SCRS/2020/089 presentaba las CPUE estandarizadas de palangre venezolano dirigido al atún blanco (número de peces/1000 anzuelos) analizado para el periodo de 1991 a 2018. La captura fortuita de atún blanco representaba el 16 % de todas las especies de túnidos en los años analizados y la presencia de un mínimo de un atún blanco en el conjunto de lances de palangre se producía en un 54,5 % de los lances totales observados durante las series temporales analizadas. Se aplicó el método GLM con una distribución del modelo delta lognominal.

Los autores indicaron que el bajo valor de la CPUE en 2018 estaba causado por una cobertura de muestreo espacial y temporal particularmente baja en dicho año, por lo tanto, el Grupo acordó excluir este año de los datos de entrada en el modelo de producción excedente. El Grupo acordó utilizar este índice, con la exclusión del valor de 2018, como dato de entrada en el modelo de producción.

El documento SCRS/2020/086 presentaba las CPUE estandarizadas de palangre de Estados Unidos dirigido al atún blanco (número de peces/1000 anzuelos) analizado para el periodo de 1987 a 2018. Se finalizó una actualización estricta de la serie temporal estandarizada usando los métodos de la última evaluación. La cobertura de datos incluía todos los lances de palangre pelágico de Estados Unidos al norte de la latitud 20° N, excluyendo el golfo de México y zonas donde se produjo un cierre de la pesquería. Las covariables año, temporada y configuración del arte (por ejemplo, número de bastones de luz) se consideraron en los GLM de la estandarización. El índice de palangre de Estados Unidos indicaba un pico de abundancia relativa durante 2016. La CPUE en 2018 se acerca al menor valor observado durante el periodo 2006 a 2009. Además, la captura de 2018 presentaba el menor nivel observado desde 1988. El Grupo acordó utilizar este índice como entrada en el modelo de producción.

El documento SCRS/2020/098 presentaba las CPUE estandarizadas del cebo vivo de UE-España dirigido al atún blanco (número de peces/días de pesca) analizadas para el periodo de 1981 a 2018. Los análisis se realizaron usando el modelo de efecto aleatorio lineal generalizado y los factores evaluados fueron año, mes, zona y las interacciones año*mes y año*zona se trataron como efectos aleatorios en el modelo final. El modelo respondió del 45,4 % de la variabilidad de la CPUE nominal observada. El modelo GLMM con componentes aleatorios, variables *mes* y *zona*, captura mejor la variabilidad observada en las tasas de captura nominales del cebo vivo en comparación con las variables *trimestre* y *zona* utilizadas en la estandarización realizada para la anterior evaluación del atún blanco del norte.

La tendencia temporal era bastante estable. Alrededor del valor medio alternan cortos periodos de aumento y descenso. Desde 2012 a 2014 hubo un periodo de descenso seguido de un aumento en 2015, luego desciende el valor de la CPUE anual hasta 2017 seguido de un aumento en 2018, el mayor valor de CPUE de la serie. Se indicó que, en 2018, la cuota española de atún blanco para esta flota se agotó en el periodo más corto en comparación con años anteriores, causando una CPUE nominal elevada, ya que el esfuerzo se mide en días pesqueros.

El Grupo acordó utilizar este índice como entrada en el modelo de producción.

2.3.2 Atlántico sur

El documento SCRS/2020/093 presentaba las CPUE estandarizadas del atún blanco del Atlántico sur capturado por la pesquería de palangre japonesa, separadas en tres periodos (1959-69, 1969-75 y 1975-2018), utilizando un modelo binomial negativo y los mismos métodos que en la última evaluación. Se probaron los efectos de trimestre, área, arte de pesca (número de anzuelos entre flotadores) y diversas interacciones, aunque el efecto del arte de pesca pudo utilizarse solo desde 1975 en adelante. El efecto de área fue el mayor para los tres periodos. La CPUE estandarizada en el Atlántico sur descendía durante los 60 y principios de los 70, después la CPUE fluctuaba y no presentaba una tendencia clara.

El Grupo indicó que este documento proporciona una actualización en la estandarización de la CPUE respecto a previas evaluaciones, y se discutió el hecho de que en la evaluación anterior los tres últimos años de la serie temporal (2012-2014) fueron excluidos debido a un posible aumento en el esfuerzo dirigido a la especie. Se observó que la ratio de captura positiva había permanecido relativamente constante (aproximadamente 50 %) en los años recientes en este análisis, pero en el análisis que solo utiliza datos del principal caladero de atún blanco (SCRS/2020/094), la ratio ha aumentado (70-80 %) desde principios de los 2010. El Grupo planteó la inquietud de que el cambio observado en el esfuerzo dirigido a la especie

podría no haber sido plenamente capturado en el proceso de estandarización de la CPUE, por lo tanto, se decidió usar el mismo índice (JPN-LL3) y periodo (1976-2011) aplicados en la evaluación de 2016, y aplicar la serie temporal completa, así como la serie del caladero principal (JPN-LL core) como análisis de sensibilidad.

El documento SCRS/2020/094 presentaba la estandarización de la CPUE para el atún blanco del Atlántico sur (*T. Alalunga*) capturado por la pesquería de palangre japonesa durante 1975-2018 realizado usando un modelo binomial negativo. Se revisó la metodología del estudio previo, principalmente en que se determinó una «zona principal» o principal caladero de pesca para el atún blanco (Atlántico sudeste) y solo se utilizaron datos de esta zona en el proceso de estandarización. Se incorporaron los efectos de año, mes, bloques de latitud y longitud de cinco grados y arte de pesca (número de anzuelos entre flotadores). El efecto de los bloques de latitud y longitud de cinco grados fue el principal seguido por el efecto de mes. La serie de CPUE estandarizada resultante presentaba grandes fluctuaciones para el periodo 1975-1987, con un periodo de baja estabilidad para 1988-1999, después del cual la fluctuación aumentaba de nuevo.

El Grupo observó las mejoras realizadas en la metodología respecto al estudio anterior, principalmente la delineación de la zona principal, que dieron lugar a un aumento en la CPUE, con mayor variabilidad asociada en años recientes al compararla con el índice de todo el Atlántico sur. Se produjo también un aumento en la proporción de captura por lance positivo de atún blanco al comparar con los resultados de todo el Atlántico.

El documento SCRS/2020/101 presentaba la CPUE estandarizada del atún blanco (*T. Alalunga*) para la pesquería de palangre dirigida a los túnidos en aguas distantes de Taipei Chino en el Atlántico sur utilizando un modelo lineal generalizado. Se consideraron dos periodos de 1967-1995 y 1995-2018, así como un periodo continuo desde 1967 hasta 2018, para abordar el tema del cambio histórico en el esfuerzo dirigido a la especie. La CPUE estandarizada del atún blanco desarrollada por periodo mostraba tendencias casi idénticas a las derivadas del modelo de todo el periodo. Un descenso observado en la CPUE del atún blanco desde los 70 era seguido por un pico a finales de los 90 y por otro aumento posterior. Desde principios de los 2000 la tendencia ha aumentado constantemente.

El Grupo observó que este documento proporciona una actualización en la estandarización de la CPUE respecto a evaluaciones anteriores, sin embargo, la unidad de CPUE en este documento está calculada en número mientras que en la última evaluación estaba originalmente en peso. El autor proporcionó la CPUE en peso durante la reunión y el Grupo confirmó que la tendencia es coherente con la anterior, así como con la CPUE en número, dado que no se observan patrones fuertes en los pesos medios. El Grupo acordó utilizar este índice en peso desde 1967 hasta 2018.

En el documento SCRS/2020/83 se presentaban datos de captura y esfuerzo de atún blanco (*T. Alalunga*) para la flota atunera de palangre brasileño, incluyendo buques nacionales y fletados, en el Atlántico sudoccidental y ecuatorial entre 1998 y 2017. El proceso de estandarización se realizó con un GLM usando un enfoque Delta lognormal, y se aplicó un enfoque estratificado considerando las regiones de atún blanco de ICCAT como una aproximación espacial. Se hizo una comparación entre los resultados que integraban diferentes regiones. Las variables explicativas incluidas en el modelo fueron: año, trimestre, buques, conglomerados, anzuelos por flotadores, anzuelos, y la referencia lat-lon para cada cuadrícula espacial de 5 por 5. Los índices delta lognormales estimados mostraban, en general, una tendencia muy similar entre los modelos ajustados con dos periodos. Sin embargo, el primer periodo (1998-2010) estaba marcado por una tendencia descendente en un solo sentido mientras que el segundo periodo (2011-2018) mostraba un patrón más estable. El Grupo indicó la mejora en la metodología de estandarización de la CPUE brasileña respecto a aplicaciones anteriores y dio las gracias a los autores por su continuo esfuerzo. Se indicó que la flota atunera de palangre brasileña, incluidos buques nacionales y fletados, proporciona datos exhaustivos de captura que están distribuidos en una amplia zona del Atlántico occidental. Sin embargo, los autores recomendaron utilizar solo los datos desde 2002 en adelante, debido a cambios en la estrategia de pesca y en el esfuerzo dirigido a la especie.

En el documento SCRS/2020/083 se presentaba la CPUE estandarizada del atún blanco (*T. Alalunga*) para la pesquería de cebo vivo sudafricana para el periodo 2003-2018. El atún blanco es la principal especie objetivo de la pesquería que opera a lo largo de la costa oeste y sudoeste de Sudáfrica y que realiza la segunda mayor captura de atún blanco en la región. Se implementó un modelo mixto aditivo generalizado (GAMM) con una distribución de error tipo Tweedie, con año, mes, posición geográfica y estrategia de pesca incluidas como variables explicativas, y el buque como efecto aleatorio en el modelo final. Las CPUE

estandarizada y nominal eran ampliamente comparables y a pesar de la variabilidad interanual, el índice permanecía estable desde 2003.

El Grupo discutió la posible prevalencia de peces juveniles en las pesquerías de cebo vivo, y la implicación al implementar una evaluación tipo modelo de producción. Se reconoció que la pesquería de cebo vivo sudafricana captura una proporción muy baja de peces grandes (>110 cm) pero que la mayoría de los peces seleccionados en esta pesquería son maduros (> 80 cm). Se destacó también el relativamente pequeño alcance espacial en el que opera esta pesquería. El Grupo indicó que el índice de cebo vivo de Sudáfrica había sido anteriormente revisado en la reunión intersesiones de 2017 de atún blanco, donde se recomendó su uso como dato de entrada para la próxima evaluación de atún blanco del Atlántico sur.

Por último, se recordó al Grupo que, en la última evaluación, se incluyó el índice de palangre uruguayo. Este índice no está actualizado debido a la falta de actividad de la flota de palangre uruguayo, pero continúa siendo útil para la evaluación.

2.3.3 Mediterráneo

El documento SCRS/2020/080 presentaba un nuevo índice estandarizado de abundancia relativa para la pesquería de recreo española en el mar Balear (Mediterráneo occidental) para el periodo 2005-2018. El índice utilizaba información de captura y esfuerzo pesquero basada en mareas recopilada por los observadores científicos.

El documento SCRS/2020/081 presentaba una actualización del índice estandarizado para la pesquería de palangre de superficie española (LL-ALB) en el Mediterráneo occidental para el periodo 2009-2017. El índice usaba información de captura y esfuerzo pesquero basada en mareas recopilada por observadores a bordo.

Ambos índices presentaban una tendencia relativamente estable para el periodo más reciente (2014-2018). Se indicó que algunas de las actuales reglamentaciones de ordenación para otras especies en el Mediterráneo (por ejemplo, pez espada) podrían haber afectado a las operaciones pesqueras dirigidas al atún blanco en la pesquería comercial de palangre dirigida al atún blanco.

2.3.4 Resumen de las CPUE disponibles para los stocks del norte y del sur

El Grupo examinó la tabla de evaluación de la CPUE actualizada utilizando el formato desarrollado por el WGSAM (**Tabla 7**).

Para el stock del norte, la **Tabla 8** y la **Figura 4** resumen los índices de abundancia disponibles para la evaluación actualizada. El Grupo acordó utilizar los siguientes índices de abundancia: a) el índice de peso de palangre de Taipei Chino (1981-2018), b) el índice de palangre japonés (1976-2018) excluyendo la observación de 2013, c) el índice de palangre de Venezuela (1991-2017) excluyendo la observación de 2018, d) el índice de palangre de Estados Unidos (1987-2018) y e) el índice de cebo vivo español (1981-2018).

Para el stock del sur, el Grupo indicó que el plan de trabajo propuesto por ICCAT para la evaluación del stock de atún blanco del Atlántico sur consiste en «como mínimo, actualizar los modelos de producción excedente, hasta 2018». Se discutió si la evaluación podía mejorarse para facilitar algo más que una actualización si el tiempo lo permitía. Se acordó que, como mínimo, debería facilitarse una evaluación actualizada utilizando los mismos índices de CPUE que en la evaluación de 2016 (**Tabla 9** y **Figura 5**): palangre de Japón en 1976-2011 (JPN-LL3), palangre de Taipei Chino en 1967-2018 (CTP-LL) y palangre de Uruguay en 1983-2011 (URY-LL).

Además, índices alternativos que el Grupo consideró adecuados en su formulación, como para merecer la pena la inclusión en la evaluación de stock, se consideraron índices «candidatos» a incluir, como mínimo, como ensayos de sensibilidad en la evaluación de stock del atún blanco de 2020. Dichos índices incluyen JPN-LL1 (1959-1969), JPN-LL3 (1976-2018), JPN-LL core (1976-2018), palangre brasileño (BRA-LL, 2002-2018) y cebo vivo sudafricano (ZAF-BB, 2003-2018) (**Tabla 8**).

3. Estado del stock actualizado para el atún blanco del Atlántico norte

3.1 Estado del stock actualizado

En 2016, el stock de atún blanco del Atlántico norte se evaluó usando el algoritmo *Biodyn* para un modelo de dinámica de biomasa (producción) basado en ADMB, que está disponible en el paquete *mpb* del repositorio del proyecto FLR (www.flr-project.org). El algoritmo *Biodyn* se validó con respecto a ASPIC en Kell *et al.* (2017), comprobando que proporciona los mismos resultados utilizando los supuestos y entradas de la evaluación de 2013, y es el algoritmo utilizado en el marco MSE (por ejemplo, Merino *et al.* 2016, Merino *et al.* 2017). Para la evaluación de 2016, el grupo seleccionó 5 series de CPUE para utilizarlas en el modelo de producción y en 2020 se utilizaron los mismos índices actualizados. Estos índices mostraban una tendencia creciente general desde 2010 (**Figura 6**), que podría estar reflejando la tendencia creciente del stock en la última década, cuando la captura ha sido relativamente baja.

Tras el documento SCRS/2020/113, el Grupo acordó definir el caso de referencia incluyendo las 5 series de CPUE, excluyendo los valores de 2013 del palangre japonés y de 2018 del palangre venezolano. Inicialmente se encontraron algunas dificultades en la convergencia del modelo, en este sentido, el Grupo examinó la convergencia bajo valores de inicio alternativos de los parámetros de la tasa de crecimiento intrínseca (r) y la capacidad de transporte (k) y se aseguró de que todos los resultados y conclusiones se basaban en ensayos del modelo que habían convergido. Los diagnósticos del modelo examinados incluían perfiles de verosimilitud (**Figuras 7 y 8**), valores residuales del ajuste (**Figuras 9-12**) y análisis retrospectivos (**Figura 13**). Estos últimos estaban limitados a los 5 últimos años de datos. El patrón retrospectivo era mínimo para los tres primeros años de datos, mientras que eliminar 4 años producía un resultado similar al de la última evaluación, realizada hace 4 años. Dado que los cambios en las tendencias de los índices de CPUE y captura del stock se producían sobre todo en la última década, no es sorprendente que los resultados de la evaluación a partir del modelo de producción muestren alguna sensibilidad al eliminar años de datos del periodo reciente.

Los resultados del caso de referencia de la evaluación para el atún blanco del Atlántico norte se muestran en la **Tabla 10** y en la **Figura 14**. Los resultados indican una tendencia decreciente de la biomasa entre los años treinta y los noventa, y una tendencia creciente desde entonces. En relación con los elementos de referencia del RMS, el escenario del caso de referencia estima que el stock ha estado por encima de B_{RMS} continuamente en la última década y que la mortalidad por pesca ha estado por debajo de F_{RMS} durante un periodo ligeramente más largo de años (**Figura 15 y Tabla 12**). El diagrama de fase de Kobe muestra un típico patrón de desarrollo, sobreexplotación y recuperación del stock (**Figura 16**). Se evaluó la coherencia con la evaluación del stock de 2016 comparando la tendencia de la biomasa del caso de referencia de este año con la del caso base de la evaluación de stock de 2016 (**Figura 17**). El Grupo señaló que la estimación actual de la biomasa está por debajo de la del caso base de la evaluación del stock de 2016. Los datos de entrada actuales (captura e índices) indican un cambio de la biomasa histórica hacia un nivel relativo más bajo. Sin embargo, en la presente evaluación del stock hemos estimado que la biomasa relativa del stock ha estado aumentando desde los 90. Las diferencias entre las tendencias estimadas en 2016 y en 2020 son coherentes con los ajustes retrospectivos cuando se eliminan los 4 últimos años de datos del análisis (**Figura 13**).

Los resultados del bootstrap se usan para estimar la incertidumbre en las estimaciones de puntos de referencia y parámetros (**Figura 18**). La probabilidad de que el stock esté actualmente en la zona verde del diagrama de Kobe (ni sobrepescado ni siendo objeto de sobrepesca, $F < F_{RMS}$ y $B > B_{RMS}$) es del 98,4 %, mientras que la probabilidad de estar en la zona amarilla inferior izquierda (sobrepescado pero no siendo objeto de sobrepesca, $F < F_{RMS}$ y $B < B_{RMS}$) es del 1,6 %. La probabilidad de situarse en la zona roja (sobrepescado y experimentando sobrepesca $F > F_{RMS}$ y $B < B_{RMS}$) es de un 0 % (**Figura 16**).

El Grupo realizó análisis de sensibilidad para estimar el posible impacto de eliminar puntos individuales de CPUE (LL japonés para 2013 y LL venezolano para 2018) e indicó que el impacto de estas eliminaciones en el resultado de la evaluación y en el asesoramiento sobre el TAC resultante era mínimo (**Figura 19 y Tabla 11**).

En resumen, la información disponible indica que el stock ha continuado mejorando, como se refleja en los valores observados de la CPUE. El aumento en la biomasa del stock se ha visto probablemente facilitado por

las bajas capturas recientes y ahora se estima que el stock se encuentra en la zona verde del diagrama de Kobe con una probabilidad muy elevada.

3.2 Asesoramiento actualizado sobre el TAC

Siguiendo la Recomendación 17-04, los valores de las medianas estimadas de la mortalidad por pesca y de la biomasa se utilizaron para proporcionar el asesoramiento sobre el TAC para el periodo 2021-2023 de conformidad con la HCR especificada en la Recomendación. Dado que la biomasa actual del stock se estima que está por encima de B_{RMS} , se aplicó la ecuación 1 del párrafo 7.a:

$$\begin{aligned} TAC_{2021-2023} &= F_{TAR} * B_{curr} \\ TAC_{2021-2023} &= 0.8_{RMS} * B_{curr} = 37,801 \text{ t} \end{aligned}$$

que corresponde a un aumento del 12,5 % respecto al TAC anterior calculado a partir de la HCR para 2018-2020 (33.600 t).

3.3 Normas de control de la captura y procedimientos de ordenación

El Grupo discutió el nivel de especificación que sería necesario incluir en una Recomendación si la Comisión decide adoptar un procedimiento de ordenación completo para el stock de atún blanco del Atlántico norte, como estaba originalmente previsto para 2020. El Grupo decidió que, idealmente, las especificaciones de un MP deberían incluir lo siguiente:

Índices:

Índice	Primer año
LL tardío de Taipei Chino	1999
Japón captura fortuita LL:	1988
Cebo vivo de UE-España	1981
US LL	1987
LL venezolano	1991

Software: *mpb*

Modelo: Fox (dinámica de la biomasa) con las siguientes especificaciones:

año de inicio de la serie temporal de captura: 1930

Año final de la serie temporal de CPUE y de captura: t-1 preferiblemente (si no, t-2). En cualquier caso, el Grupo decidirá sobre qué años de CPUE utilizar al iterar un MP.

Biomasa al inicio de la serie temporal = K

Tratamiento de la varianza para los índices de CPUE: ponderado por el modelo.

El Grupo consideró que los valores iniciales y los espacios de búsqueda de los parámetros (r y K) en el algoritmo *mpb* no necesitan especificarse y que podrían ajustarse si el modelo presenta dificultades de convergencia al usarlo en las aplicaciones periódicas del MP.

El Grupo discutió también los recientes avances de la MSE del atún blanco del Atlántico norte. En 2020 se realizaron dos avances: En primer lugar, tras las definiciones de circunstancias excepcionales que se están elaborando para este stock, se evaluó el impacto de que uno o más índices no se estén actualizando para la evaluación del stock de 2020. En segundo lugar, se generaron nuevas figuras para evaluar los ajustes de los índices disponibles en 2013 en los modelos operativos que fueron condicionados a partir de los escenarios desarrollados en la evaluación del stock de 2013.

Para el primero, se volvió a ejecutar la MSE incluyendo escenarios en los que uno o más índices no fueron actualizados desde 2014. El código de la MSE es exactamente el mismo código utilizado después de las mejoras realizadas en 2019. La **Tabla 13** muestra los resultados de las nuevas evaluaciones y la evaluación de la HCR adoptada realizada en 2019 para fines de comparación. Los resultados sugieren que la falta de actualización de uno o más índices no impediría lograr el objetivo de ordenación de mantener al stock en la zona verde del diagrama de Kobe con al menos un 60 % de probabilidades. Sin embargo, los resultados

estimaban un desempeño significativamente inferior (20-32 %) en la captura a largo plazo si solo se actualizaba un índice. Además, con solo un índice actualizado, la probabilidad de situarse en el cuadrante verde se reduciría en alguna cantidad entre el 7 y el 15 % (aunque logrando aun valores superiores al 60 % de estar en el cuadrante verde de Kobe). En general, estos resultados sugieren que en la circunstancia excepcional de que uno o más índices no estén disponibles para las evaluaciones de stock, la HCR continuaría logrando los objetivos de ordenación. Sin embargo, el Grupo indicó que estos resultados se basan en índices simulados que son proporcionales a la abundancia del stock, con un CV de 0.2. En la medida en que los índices reales se desvíen de estos supuestos (mayor variabilidad, correlación, desviación de la proporcionalidad respecto a la abundancia), el desempeño de la HCR podría diferir de lo que fue evaluado. El Grupo tiene previsto reflejar las propiedades de los índices reales en una nueva MSE que se desarrollará durante los próximos años (véase el plan de trabajo de ALB para 2020).

Para el segundo, se realizaron dos tipos de figuras: Histogramas de los valores residuales y series temporales de observaciones de CPUE y estimaciones del modelo. Estas figuras se realizaron para cada OM y para cada una de las 12 pesquerías (flotas) consideradas en los escenarios de modelos operativos de Multifan CL desarrollados en 2013. No hay diferencias en los ajustes de los OM respecto a diferente mortalidad natural, inclinación o capturabilidad dinámica, pero hay algunas diferencias entre los escenarios originales del modelo desarrollados en 2013. De manera específica, se resaltó que añadir los datos de frecuencias de tallas para Taipei Chino empeora el ajuste de esta CPUE, y los valores resultantes superan la variabilidad considerada en la MSE (**Figura 20**). Además, en general, los datos españoles de cebo vivo muestran valores residuales con una variabilidad más ancha que los valores considerados en la MSE (**Figura 21**). Respecto a los valores residuales del cebo vivo español, el Grupo señaló que eran un pequeño número de valores extremos que estaban ampliando el intervalo de confianza de los valores residuales. Se sugirió que, si se eliminan estos valores extremos, la variabilidad en los valores residuales sería muy similar a la variabilidad usada en la MSE.

3.4 Circunstancias excepcionales

3.4.1 Evaluación

Se revisaron varios indicadores de circunstancias excepcionales y en ninguno se halló que tuviera valores que indican que se están produciendo actualmente circunstancias excepcionales. Los 5 índices de CPUE utilizados en el MP fueron actualizados y, por lo general, recaían dentro del rango de valores simulado para estos índices en la MSE (**Figura 22**). Las estimaciones de B/B_{RMS} y F/F_{RMS} obtenidas de la aplicación de este año del modelo de producción en el MP recaían también dentro del rango de los valores de B/B_{RMS} y F/F_{RMS} procedentes de la aplicación del modelo de producción del MP en todos los OM en la MSE (**Figuras 23 y 24**).

3.4.2 Asesoramiento de la Subcomisión 2 y actualización de los indicadores de circunstancias excepcionales

Se discutió ampliamente el perfeccionamiento de los criterios de circunstancias excepcionales de N-ALB, y el grupo actualizó la tabla de circunstancias excepcionales para el atún blanco del norte proporcionada por el SCRS en 2019, teniendo en cuenta las discusiones de la Subcomisión 2 y las aportaciones de las CPC a la reunión de la Subcomisión 2 de marzo de 2020 (véase la **Tabla 14**). El Grupo mejoró las descripciones en la tabla para reducir la confusión sobre la finalidad de cada indicador y los criterios utilizados para juzgar si se produce una circunstancia excepcional. También existía cierta preocupación por el hecho de que el principio "Aplicación de la HCR" no tenía suficientes indicadores para captar los conceptos previstos, y el Grupo se esforzó por mejorar este aspecto.

El Grupo considera que la tabla revisada (**Tabla 14**) es una mejora significativa con respecto a la original. Según la tabla revisada, el SCRS revisará anualmente los índices de CPUE para compararlos con los valores simulados de los OM en la MSE (**Figura 22**), con el fin de confirmar que los índices de CPUE se mantienen dentro del rango probado en la MSE. En cada nueva iteración del MP (es decir, cada 3 años), los resultados B/B_{RMS} y F/F_{RMS} del modelo de producción del MP se compararán con el rango de valores resultantes de las pruebas del MP en la MSE (de ahí la adición de estas cifras al informe consolidado y presentadas en este informe; **Figuras 22 y 23**, respectivamente). Si bien en el debate se destacó que los parámetros biológicos (mortalidad natural, crecimiento y madurez) pueden ser difíciles de determinar y resulta difícil acordar el valor más adecuado, se decidió mantener estos indicadores en la tabla. A lo largo de los debates se reiteró que el hecho de desencadenar una circunstancia excepcional no da lugar inmediatamente a que se rescinda

el asesoramiento sobre el TAC del MP, sino que el grupo de especies de atún blanco tendría que examinar los indicadores y determinar si está justificado un cambio en el asesoramiento.

Para ayudar a aclarar los parámetros de entrada utilizados en la MSE, y el rango de valores resultante de los OM y el modelo de producción de los MP, se hizo referencia al informe consolidado de N-ALB en la **Tabla 14**. También se identificaron varias actualizaciones para el informe consolidado (**Apéndice 6**), incluida la adición de:

- Una figura de gráficas de caja de todos los valores B/B_{RMS} de los 132 OM por año (1952-2040)
- Una figura de gráficas de caja de todos los valores F/F_{RMS} de los 132 OM por año (1952-2040).
- Una figura de gráficas de caja de todos los valores B/B_{RMS} del modelo de producción de MP simulados por año (1952-2040)
- Una figura de gráficas de caja de todos los valores F/F_{RMS} de los modelos de producción de MP simulados por año (1952-2040)
- Figuras para cada uno de los valores anuales de los cuatro índices de CPUE (hasta 2040) en todos los OM
- Una tabla que enumera los valores utilizados para la mortalidad natural, la madurez y el crecimiento en los OM

3.5 Debate sobre la nueva hoja de ruta de MSE y trabajo futuro

El Grupo revisó la actual Hoja de Ruta de la MSE (REF) y proporcionó una actualización del trabajo esperado para los próximos cuatro años. El Grupo recomienda que se pase a un nuevo conjunto de modelos operativos basados en stock synthesis (SS) para la MSE y señala que esta labor tardará varios años en realizarse; la hoja de ruta se ajustó en consecuencia. El primer paso sería celebrar una reunión de preparación de datos en 2021. Un objetivo importante de esta reunión sería obtener los datos de N-ALB en el formato requerido para la modelación de SS. Esta reunión de 2021 podría centrarse únicamente en el formato de los datos necesarios para la modelación SS, en caso de que el SCRS se vea presionado por el tiempo (debido al impacto continuo de la pandemia de COVID), ya que esto permitiría a los desarrolladores de SS seguir avanzando en el proceso. Utilizando la reunión de preparación de datos como plataforma de lanzamiento, el trabajo en el modelo SS comenzaría en 2021 y continuaría hasta 2022. Junto con el desarrollo del modelo SS, se reconsiderarían los ejes de incertidumbre para la MSE y se desarrollaría una nueva matriz de referencia y pruebas de robustez. La nueva evaluación de niveles de referencia, que utiliza el modelo SS como caso de referencia, tendría como fecha objetivo de entrega el año 2023, y la adopción de la matriz de referencia para la MSE se produciría en el mismo año.

Otra labor que se incorporaría en la MSE sería la de mejorar el componente del modelo de error de observación mediante la incorporación de las propiedades estadísticas de los residuos históricos de CPUE y la comprobación de los procedimientos de ordenación frente a la nueva matriz de referencia y las pruebas de robustez basadas en el modelo de nivel referencia de la SS. Los procedimientos de ordenación candidatos podrían incluir el actual, así como otros, incluido uno basado en una evaluación de JABBA u otros procedimientos de ordenación empíricos.

3.6 Resumen de las recomendaciones de ordenación

En la evaluación de 2020, el Comité constató que la abundancia relativa del atún blanco del Atlántico norte había continuado aumentando durante las últimas décadas y se estimó que se hallaba en el cuadrante verde del diagrama de Kobe con una probabilidad del 98,4 %. En 2018 se llevó a cabo una revisión por pares externa que confirmó que en general, el marco de la MSE parece ser científicamente sólido y robusto ante la incertidumbre. Por lo tanto, la HCR provisional adoptada por la Comisión en 2017 tenía una base científica robusta. Sobre esta base, y teniendo en cuenta que no se han detectado circunstancias excepcionales utilizando los indicadores propuestos, el Grupo recomienda aplicar la HCR a las actuales estimaciones de biomasa para fijar el próximo TAC para el período 2021-2023. El TAC recomendado es de 37.801 t, lo que representa un aumento del 12,5 % con respecto al anterior.

Con vistas a adoptar un procedimiento de ordenación a largo plazo (párrafo 17 de la Rec. 17-04), la Comisión tendría que seleccionar una HCR (ya sea la HCR provisional o una de las variantes probadas por el SCRS), además de las especificaciones del procedimiento de evaluación de stock. En cuanto a esto último, y aunque en el futuro se pongan a prueba otros procedimientos de ordenación, el Comité recomienda que se

especifiquen los elementos del actual enfoque de evaluación de stock, como se especifica en la sección 3.3. En caso de que la Comisión considere la posibilidad de adoptar un protocolo de circunstancias excepcionales, el Grupo recomienda que se utilicen los indicadores que figuran en la **Tabla 14**.

4. Atún blanco del Atlántico sur.

4.1 Estado del stock actualizado

4.1.1 Resultados preliminares

ASPIC

En el documento SCRS/2020/095 se presentaba un modelo de producción excedente en no equilibrio para el stock de atún blanco del Atlántico sur utilizando un paquete informático ASPIC v. 5.34. La categorización de la flota (**Tabla 15**) fue similar a la utilizada en la evaluación de 2016. Se calculó la captura para cada flota (**Tabla 16**) basándose en los datos de Tarea 1 a 2 de junio de 2020. Se utilizaron los índices de CPUE para las mismas flotas que en la última evaluación en los escenarios del caso base, basándose en las decisiones que se tomaron en la reunión de preparación de datos obre atún blanco de 2016. Hay dos índices de CPUE para el palangre japonés ("CPUE actualizada" y "área núcleo" 1976-2018), y el autor examinó cinco casos con diferentes índices y períodos para la CPUE del palangre japonés. La CPUE para el palangre de Taipei Chino (basada en número, 1968-2018) y el palangre del Uruguay (1983-2011) también se utilizaron para casos base del modelo. En cada caso se examinaron cuatro escenarios con diferente ponderación (ponderación igual y ponderación por captura), y parámetro de forma (modelo Schaefer y Fox) al igual que en la anterior evaluación de stock (**Tabla 17**).

Los resultados fueron similares en los distintos escenarios y se estimó que actualmente el stock no está sobrepescado ni se está produciendo sobrepesca. Los resultados fueron más optimistas que los de la anterior evaluación de stock de ICCAT de 2016. Hubo algunas preocupaciones (estimaciones de r poco realistas, B_{RMS} demasiado baja y mal ajuste de la CPUE) por los resultados de los ensayos con CPUE del área núcleo del palangre japonés.

Se propusieron los modelos de ponderación igual y por captura para los casos base de ASPIC a fin de tener mejor en cuenta la incertidumbre del modelo en el ajuste a los índices de abundancia.

Solo otra evaluación bayesiana de biomasa (JABBA)

El Grupo examinó los resultados preliminares de la evaluación de los stocks aplicando el modelo bayesiano de producción estado-espacio JABBA (SCRS/2020/104), que se aplicó al stock de atún blanco del Atlántico sur con el fin de actualizar los modelos de producción excedente hasta 2018 siguiendo los procedimientos de la evaluación de stock de 2016. Se proporcionaron amplios diagnósticos del modelo para evaluar sus ajustes, los patrones retrospectivos y la capacidad de predicción (es decir, análisis de simulación retrospectiva), así como la sensibilidad del escenario o escenarios de referencia a la inclusión de índices de CPUE estandarizados alternativos y adicionales disponibles para esta evaluación, incluidas las pesquerías de palangre (LL) y de cebo (BB) (**véase la sección 2.3**), como se indica a continuación:

- Taipei Chino LL (CTP-LL) en 1968 – 2018 en números,
- Japón LL en 1959-1969 (JPN-LL1), y en 1976-2018 (JPN-LL3),
- Japón LL en la zona núcleo en 1976-2018 (JPN-LL núcleo),
- Brasil LL (BRA-LL) en 2002-2018,
- Uruguay LL (URY-LL) en 1983-2011,
- Sudáfrica BB (ZAF-BB) en 2003-2018

La distribución previa para la biomasa en equilibrio no pescada K se calculó basándose en las configuraciones por defecto del paquete JABBA R correspondiente a una media igual a ocho veces la captura máxima y un amplio CV del 100 %. De un modo coherente con la evaluación de ICCAT de 2016, la distribución previa de la merma inicial ($\phi = B_{1956}/K$) se definió mediante una distribución beta con una media = 0,9 y un CV del 10 %. Todos los parámetros de capturabilidad se formularon como distribuciones previas uniformes no informativas. El error de proceso $\log(B_y)$ en el año y fue estimado «libremente» por el modelo usando una distribución gamma inversa no informativa con ambos parámetros de escala fijados en

0,001.

Para garantizar la continuidad, los ensayos iniciales del JABBA incluyeron la misma combinación de series temporales de CPUE estandarizadas que se aplicaron en las evaluaciones anteriores, es decir: CTP-LL, JPN-LL3 (pero eliminando los años posteriores a 2011 debido a los cambios en el esfuerzo dirigido al atún blanco) y URY-LL. Los datos de entrada de la CPUE se caracterizaron según dos escenarios alternativos de ponderación de datos: 1) ponderación igual (EqW), que corresponde a una única estimación de la varianza de observación para todos los índices de CPUE y; 2) ponderación interna del modelo (ModW), en la que las varianzas específicas de los índices son estimadas internamente por el modelo. Para la forma de la función de producción, se consideraron dos tipos de modelos: el modelo Schaefer ($B_{RMS}/K = 0,5$) y el modelo Fox ($B_{RMS}/K = 0,37$). Todos los modelos asumen una distribución previa vagamente informativa para $r \sim \text{LN}(\log(0.2), 1)$, que en líneas generales se asemeja a la distribución previa de r del modelo de producción excedente bayesiano (BSP) desarrollada en la evaluación de 2016. En consecuencia, se formularon los siguientes cuatro escenarios de modelo de referencia para el atún blanco del Atlántico sur:

- S1: Schaefer EqW
- S2: Fox EqW
- S3 Schaefer ModW
- S4 Fox ModW

JABBA se implementa en R (equipo de desarrollo de r, <https://www.r-project.org/>) con la interfaz JAGS para estimar las distribuciones posteriores bayesianas de todas las cantidades de interés por medio de una simulación de las cadenas de Markov Monte Carlo (MCMC). Se utilizaron tres cadenas MCMC y cada modelo se ejecutó para 30.000 iteraciones, con un período de rodaje de 5.000 para cada cadena y una tasa de disminución (filtrado) de cinco iteraciones.

Todos los escenarios parecían ajustarse razonablemente bien a los datos de CPUE de CTP-LL y JPN-LL3 (1976-2011), con la excepción de grandes y ocasionales desviaciones en el índice JPN-LL3 (Figura 3 del documento SCRS/2020/104). En cambio, la CPUE de la flota URY-LL indicó un ajuste bastante pobre, en particular a las observaciones de la CPUE durante el período 2000-2005, que mostraron una disminución sistemática repentina durante este período que entraba en conflicto con los otros índices (Figura 4 del documento SCRS/2020/104). Los resultados de la prueba de ensayos de valores residuales log para cada ajuste de CPUE por año (Figura 4 en el documento SCRS/2020/104) indicaron que las series temporales de CPUE de CTP-LL, JPN-LL3 y URY-LL no pasaron el procedimiento de diagnóstico de la prueba de ensayos, con la excepción del escenario S4 ajustado a JPN-LL3. La bondad de ajuste fue comparable entre todos los escenarios, oscilando entre el 34,4 % (S2) y el 36,9 % (S3) (**Figura 25**). La desviación del error de proceso anual en la biomasa logarítmica (**Figura 26**) indicó patrones estocásticos similares, asociados con estimaciones de error del proceso relativamente pequeñas ($< 0,05$), que no sugieren ninguna evidencia de especificación errónea estructural del modelo.

Las medianas de las distribuciones posteriores marginales para r para los modelos Schaefer oscilaron entre 0,513 (S1) y 0,299 (S2) y las de los modelos Fox entre 0,396 (S3) y 0,268 (S4) (Tabla 2 del documento SCRS/2020/104 y **Figura 27**). La mediana estimada de la distribución posterior marginal para K fue ligeramente inferior para los modelos Schaefer ($S1 = 218.999$; $S2 = 249.585$ t) que para los modelos Fox ($S3 = 285.454$; $S4 = 285.231$ t). El rango de las estimaciones de la mediana de RMS fue estrecho entre los cuatro escenarios ($S2 = 27.219$; $S3 = 28.016$ t). Todos los modelos mostraron tendencias similares para las medianas de B/B_{RMS} y F/F_{RMS} a lo largo del tiempo, y los escenarios S2 y S4 produjeron estimaciones del estado del stock ligeramente más optimistas (**Figura 28**).

El Grupo convino en que los diagnósticos detallados del modelo para los ensayos del modelo de evaluación preliminares JABBA presentados en el documento SCRS/2020/104 indicaban ajustes razonables a los datos, que no había pruebas de un patrón retrospectivo indeseable y que se disponía de una capacidad de predicción satisfactoria para hacer pronósticos de futuro.

El Grupo examinó los escenarios alternativos de ponderación de datos y los dos tipos de modelo (Schaefer y Fox) para la selección de una parametrización del caso base del modelo. Se acordó que el modelo Fox puede representar mejor la dinámica de la población de atún blanco con los términos de la varianza aditiva estimados para los índices de CPUE. Se prefirió este enfoque porque permite incluir el error del proceso del modelo, lo que puede ayudar a resolver los conflictos entre las series temporales de CPUE y también evitar

muchos de los problemas relacionados con la ponderación igual, como ignorar la bondad de ajuste del modelo para los datos de la CPUE y potencialmente una subponderación adicional. Además, los análisis retrospectivos y la simulación retrospectiva, y otros diagnósticos del modelo indicaron una buena capacidad de predicción de la ponderación interna del modelo. Por lo tanto, el modelo Fox con ponderación interna de modelo (S4) fue seleccionado como el caso base para JABBA.

4.1.2 Ensayos del modelo adicionales

En general, los modelos preliminares ASPIC y JABBA mostraron resultados similares en cuanto al estado del stock y RMS estimados. El Grupo examinó las especificaciones de los casos base del modelo candidatos para ASPIC y JABBA, y convino en utilizar el índice de CPUE del palangre de Taipei Chino basado en el peso (1967-2018), el índice de CPUE del palangre japonés actualizado (1976-2011) y el índice de CPUE del palangre uruguayo (1983-2011) para mantener la coherencia con la evaluación de stock de 2016 en cuanto al uso de la información sobre la abundancia. Más concretamente, el Grupo observó que la utilización del índice de CPUE de palangre japonés actualizado, en lugar del índice de CPUE del área núcleo recientemente desarrollado, se debía preferentemente a cierta preocupación identificada anteriormente por los resultados de los ensayos con CPUE del área núcleo y convino en que la eliminación del índice de CPUE de palangre japonés después de 2012 seguía siendo una opción sensata debido al aparente cambio del esfuerzo dirigido a la especie. El Grupo convino en realizar y presentar ensayos de sensibilidad adicionales utilizando en los ensayos del caso base del modelo: 1) la CPUE de palangre japonés actualizada completa (1976-2018) y 2) la CPUE de palangre japonés para el área núcleo (1976-2018), en lugar de la CPUE japonesa actualizada (1976-2011), y añadir también 3) la CPUE de palangre de Brasil (2002-2018) o 4) la CPUE de cebo de Sudáfrica (2003-2018).

Los tres ensayos adicionales del caso base del modelo para JABBA y ASPIC y los análisis de sensibilidad se presentaron al Grupo utilizando las siguientes especificaciones:

Caso base de los modelos:

- ASPIC: Modelo tipo Fox con ponderación igual y ponderación por datos de captura (ensayos 06 y 08).
- JABBA Modelo tipo Fox con ponderación de datos interna del modelo (S4).

Ensayos de sensibilidad en las series de CPUE

- JPN2018 JPN-LL3 (1976-2018, serie completa), URY-LL (1983-2011), y CTP-LL (1967-2018) en peso.
- JPNnúcleo: JPN-LL en el área núcleo (1976-2018), URY-LL (1983-2011), y CTP-LL (1967-2018) en peso.
- BRALL: JPN-LL3 (1976-2011), BRA-LL (2002-2018), URY-LL (1983-2011), y CTP-LL (1967-2018) en peso.
- ZAFBB: JPN-LL3 (1976-2011), ZAF-BB (2003-2018), URY-LL (1983-2011), y CTP-LL (1967-2018) en peso.

El principal cambio en el caso de los modelos en comparación con los ensayos preliminares fue el tratamiento de la CPUE de CTP-LL. Este índice de CPUE se proporcionó inicialmente calculado en número para el período 1968-2018, pero en aras de la coherencia, con la evaluación de 2016, los analistas proporcionaron un índice de CPUE revisado expresado en peso para el período 1967-2018. Este cambio tuvo poco efecto en los ensayos actualizados de los casos base de los modelos ASPIC y JABBA, porque la tendencia de la CPUE revisada expresada en peso es generalmente coherente con la tendencia de la CPUE expresada en número, lo que también se corrobora por la ausencia de cualquier patrón sistemático en los pesos medios.

ASPIC

Finalmente, se seleccionaron dos escenarios con el modelo de Fox. Las demás especificaciones del modelo ASPIC son las mismas que las de la última evaluación.

El ajuste a la CPUE parece ser comparativamente bueno, excepto durante una parte del período (**Figura 29**). Los resultados basados en los dos casos base sugerían que el nivel de explotación en años recientes no difería en gran medida entre los casos (B_{2018}/B_{RMS} oscilaba entre 1,495 y 1,702 y F_{2018}/F_{RMS} entre 0,370 y

0,443, **Figura 30** y **Tabla 18**). Los modelos predijeron que, en alguna fase del pasado reciente, el stock de atún blanco del sur había sido objeto de sobrepesca y había estado sobrepescado. En años recientes, la ratio de B se ha incrementado y la ratio de F ha descendido. Parece ser que la presión por pesca ha disminuido en los últimos años, lo que se ha traducido en el subsiguiente incremento de la biomasa del stock.

Con el fin de generar intervalos de confianza, se llevaron a cabo 1.000 ensayos de bootstrap para cada modelo. En ambos escenarios, se estimó que el estado del stock actual se sitúa en el cuadrante verde (no sobrepescado y sin sobrepesca). Se estimó que el RMS oscilaba entre 26.286 t y 27.418 t (**Tabla 18**), lo que suponía unas 10.000 t más que la captura total para 2018 (17.098 t).

Se llevaron a cabo varios análisis de sensibilidad y retrospectivos para dos escenarios del modelo ASPIC (**Tabla 19, Figuras 31** y **32**). En los escenarios cuyo año de inicio es 1975, se asumió B1/K como la ratio entre la biomasa estimada en 1975 y la de 1956 basada en el caso base del modelo. Como resultado de los análisis de sensibilidad, se cambió la ratio de B del período inicial con una B1/K diferente. El escenario con la CPUE de cebo vivo de Sudáfrica no convergía. Para otros escenarios, los resultados difirieron entre el ensayo 06 (ponderación igual) y el ensayo 08 (ponderación por captura), y básicamente los resultados son comparativamente similares a los del caso base. En términos generales, el ensayo 06 presentaba una mayor variabilidad en los diferentes escenarios. En cuanto a los análisis retrospectivos, sólo se observó una ligera diferencia con respecto al caso base del modelo. No había un patrón retrospectivo claro, por lo que el modelo indicaba resultados comparativamente robustos.

JABBA

El caso base del modelo de JABBA mostró un ajuste razonablemente bueno a los datos de CPUE de CTP-LL y JPN-LL3 (1976-2011), con excepciones de amplias y ocasionales desviaciones en el índice JPN-LL3 (**Figura 33**). En cambio, la CPUE de la flota URY-LL indicó un ajuste bastante pobre, en particular a las observaciones de la CPUE durante el período 2000-2005, que mostraron una disminución sistemática repentina durante este período que entraba en conflicto con los otros índices (**Figura 33**). Los resultados de la prueba de ensayos de valores residuales log para cada ajuste de CPUE por año indicaron que las series temporales de CPUE de CTP-LL y URY-LL no pasaron el procedimiento de diagnóstico de la prueba de ensayos, con la excepción del índice JPN-LL3 (**Figura 33**). El análisis retrospectivo de ocho años muestra un patrón retrospectivo insignificante (**Figura 34**), con los valores estimados rho de Mohn estimados para B (-0,0064) y B/B_{RMS} (-0,011) encuadrados dentro del rango aceptable de -0,15 y 0,20, y confirma la ausencia de un patrón retrospectivo indeseable. Los resultados de la validación cruzada de la simulación retrospectiva para CTP-LL sugieren que el caso base del modelo de JABBA tiene una buena capacidad de predicción, a juzgar por las puntuaciones MASE de aproximadamente 0,5 (**Figura 35**), lo que indica que las proyecciones futuras son coherentes con la realidad del asesoramiento científico basado en el modelo.

Los ensayos de sensibilidad confirmaron que la inclusión de JPN-LL3 (1976-2018) tuvo poco efecto en las trayectorias de B/B_{RMS}, B/B₀ y F/F_{RMS}, o en la estimación del estado general del stock, y todo ello siguió siendo similar al caso base del modelo JABBA (**Figura 36**). Por otra parte, la inclusión de la CPUE de JPN-LL núcleo fue la más influyente en la medida en que dio lugar a trayectorias de estado del stock notablemente más optimistas, así como a estimaciones de RMS más elevadas (**Figura 36**). La inclusión de las series temporales de CPUE de BRA-LL y ZAF-BB dio lugar a una estimación ligeramente más pesimista del estado del stock, pero coherente con la estimación del RMS del caso base del modelo de JABBA.

Las medianas de las distribuciones posteriores marginales para los parámetros y los puntos de referencia del modelo para el caso base del modelo JABBA se muestran en la **Tabla 20**. La mediana para r fue de 0,22 (0,12-0,36, CI del 95 %) y para K fue de 336.291 t (215.120-603.726 t, CI del 95 %). La estimación del RMS fue de 27.264 t, con CI del 95 % entre 23.734 y 31.567 t. La mediana de la distribución posterior marginal para B₂₀₁₈/B_{RMS} fue de 1,58 (1,14-2,05, CI del 95 %), mientras que F₂₀₁₈/F_{RMS} fue de 0,40 con CI del 95 % que oscilan entre 0,28 y 0,59 (**Tabla 20**). Estos resultados indican que el atún blanco del Atlántico sur no está sobrepescado y ya no es objeto de sobrepesca.

La trayectoria de B/B_{RMS} mostraba una disminución a largo plazo en el período desde 1960 hasta mediados de la década de 2000. Durante período comprendido entre finales de la década de 1980 y el año 2000 se había mantenido relativamente estable en niveles ligeramente superiores a B_{RMS}. A esto le siguió una nueva disminución de la biomasa, que condujo a un estado de stock sobrepescado en 2005 (**Figura 37**). Coincidiendo con una notable reducción de las capturas totales después de 2005, la biomasa comenzó a

recuperarse y volvió a alcanzar los niveles de B_{RMS} a finales de la década de 2000. Esto también se refleja en la trayectoria F/F_{RMS} , que aumentó gradualmente desde el comienzo de la serie temporal hasta finales de la década de 1980, a lo que le siguió un período relativamente estable en torno al nivel de RMS (**Figura 37**). En 2000 se estimó un aumento sustancial de la mortalidad por pesca cuando las capturas superaron las 30.000 t. Sin embargo, este período de sobrepesca fue relativamente breve, y la mortalidad por pesca disminuyó hasta descender por debajo de F_{RMS} a finales de la década de 2000, donde ha permanecido ($F_{2018}/F_{RMS} < 1$) (**Figura 37**). El continuo aumento de la biomasa en los últimos años puede atribuirse al hecho de que la tasa de mortalidad por pesca se ha mantenido por debajo de F_{RMS} desde finales de la década de 2000 y de que las capturas recientes se han situado muy por debajo del RMS estimado de 27.264 t (CI del 95 %): 23.734 -31.567).

4.2 Síntesis de las evaluaciones de stock

El Grupo debatió los resultados finales de la evaluación de stock de atún blanco del Atlántico sur. En el plan de trabajo del informe del SCRS de 2019 se afirmaba lo siguiente: «La intención es, como mínimo, actualizar los modelos de producción excedente, hasta 2018, siguiendo los procedimientos de la evaluación de stock de 2016.» Tras las investigaciones de dos modelos de producción excedente (ASPIC y JABBA) y sus casos base, el Grupo reconoció que los resultados de la evaluación de stock de ambos modelos eran similares: las tendencias de la biomasa y la mortalidad por pesca (**Figura 38**), y la mediana del RMS (26.286 t y 27.418 t para ASPIC, y 27.264 t para JABBA). En general, ambos modelos proporcionaron tendencias históricas similares de la biomasa, de la mortalidad por pesca y del estado actual del stock. Sin embargo, el nivel de incertidumbre reflejado en los resultados de cada modelo era diferente. Se señaló que los modelos ASPIC mostraban intervalos de confianza más estrechos en comparación con JABBA, además de que el programa ASPIC permite un máximo de 1.000 bootstraps, mientras que los resultados de JABBA mostraban intervalos de confianza más amplios, y se basaban en 15.000 iteraciones MCMC. Esto puede explicarse porque la estimación de la incertidumbre para cada modelo de evaluación es diferente. En el caso de ASPIC, la incertidumbre sobre las estimaciones de los parámetros se calcula mediante el bootstrapping de los ajustes de valores residuales a los índices de entrada de abundancia únicamente (por ejemplo, error de observación). Mientras que con el modelo bayesiano JABBA la incertidumbre se estima mediante MCMC que incluye el error de proceso y el error de observación del modelo. Se trata de una consideración importante, en particular cuando se consideran las proyecciones futuras del estado del stock para proporcionar asesoramiento en materia de ordenación.

Por lo tanto, el Grupo debatió si el asesoramiento de ordenación debía basarse en ambas plataformas de modelos o en un solo modelo, y para ello pidió a los analistas que proporcionaran resultados de proyecciones de stock para todos los modelos, con comparaciones del diagrama de Kobe y los resultados de las proyecciones entre los modelos. El Grupo evaluó las estimaciones de incertidumbre sobre el estado actual del stock de ambos modelos (**Figura 39**), que mostraron claramente que las muestras de bootstrap de B/B_{RMS} y F/F_{RMS} de los dos ensayos del modelo ASPIC se encuadraban totalmente dentro de la distribución posterior marginal de JABBA. De manera similar, las estimaciones de la incertidumbre asociadas con las proyecciones futuras realizadas con los dos modelos ASPIC para el rango de escenarios de TAC capturó una gama notablemente de estados futuros plausibles mucho más estrechas que las representadas por las distribuciones posteriores JABBA de biomasa y mortalidad por pesca relativas, aunque la tendencia central de las distribuciones (estimaciones de la mediana) fueron similares (**Figuras 40 y 41**).

Por último, el Grupo llegó a la conclusión de que los resultados de JABBA y ASPIC eran coherentes y similares en cuanto a la tendencia central, pero que JABBA permite captar mejor la incertidumbre al tener en cuenta tanto el error de observación como el de proceso. Por consiguiente, el Grupo recomendó que el asesoramiento de ordenación se basara únicamente en los resultados del caso base del modelo de JABBA, lo que incluye las proyecciones y las matrices de probabilidad de Kobe estimadas. Las medianas de las distribuciones posteriores marginales para los puntos de referencia del caso base del modelo de JABBA se presentan en la **Tabla 21**.

No obstante, se observó que todavía existe un nivel de incertidumbre real que no se refleja en los resultados del (de los) modelo(s), y que el asesoramiento de ordenación proporcionado debe considerarse con cautela. El Grupo expresó su preocupación por el hecho de que las recientes capturas de atún blanco del sur (2017-2018) se han situado por debajo (~ 60 %) del asesoramiento del TAC proporcionado (Rec. 16-07, 24.000 t). Es importante comprender si esto está relacionado con la capacidad, la capturabilidad o si es indicativo de

niveles de abundancia del stock que no son coherentes con los resultados de la evaluación de stock.

Se recomendó explorar una evaluación de modelo estructurado por edad en el futuro para confirmar los resultados actuales del atún blanco del Atlántico sur que se han basado en el(los) modelo(s) de producción, aunque todos los análisis han mostrado resultados muy robustos mediante casos base y análisis de sensibilidad.

4.3 Asesoramiento de ordenación y recomendaciones

El Grupo acordó utilizar el caso base de modelo de JABBA ('Fox ModW') para producir el diagrama de fase de Kobe y los resultados de las proyecciones para la matriz de estrategia de Kobe-2 (K2SM). La incertidumbre se caracteriza en la forma de distribuciones posteriores de Cadena de Monte-Carlo Markov (MCMC) de B/B_{RMS} y F/F_{RMS} . La distribución posterior marginal conjunta del estado del stock en 2018 y las proyecciones futuras estocásticas se construyeron con 15.000 iteraciones MCMC. De conformidad con las recomendaciones del Grupo, las proyecciones se realizaron para un rango de escenarios de total admisible de captura (TAC), incluyendo un escenario de referencia de captura cero y cubriendo luego un rango de 12.000 t a 34.000 t en intervalos específicos y por un período de 13 años (2021-2033). Las capturas para 2019 y 2020 se fijaron en 15.086 t, lo que corresponde al promedio de las capturas totales declaradas para 2016-2018.

La distribución posterior de Kobe del caso base de modelo de JABBA (**Figura 42**) sugiere una probabilidad del 99,4 % de que el stock de atún blanco del Atlántico sur no esté actualmente ni sobrepescado ($B_{2018} > B_{RMS}$) ni siendo objeto de sobrepesca ($F_{2018} < F_{RMS}$). La estimación de valor de los niveles actuales de biomasa ($B_{2018} > B_{RMS}$) = 1,581 es superior a la necesaria para producir la estimación de la mediana del RMS = 27.264 t (**Figura 43**), estimándose que la tasa actual de mortalidad por pesca es inferior al 50 % de lo que sería sostenible ($F_{2018} < F_{RMS} = 0,398$).

Las proyecciones de biomasa y mortalidad por pesca (**Figuras 44 y 45**) muestran que una captura total a niveles aproximados de RMS de 27.000 t, mantendrá los niveles de biomasa por encima de B_{RMS} y la mortalidad por pesca por debajo de F_{RMS} con una alta probabilidad del 90 % en el horizonte de proyección hasta 2033 (**Tabla 22**). No obstante, debido al nivel actual de la biomasa del stock, se espera que incluso con capturas que superen el RMS y lleguen hasta 30.000 t se mantengan los niveles del stock por encima de B_{RMS} hasta 2033 con una probabilidad del 61 %. Sin embargo, es importante señalar que cualquier nivel de captura que supere el RMS requeriría una reducción del TAC después de 2033 para evitar la sobrepesca (**Figura 43**).

5. Programa de investigación sobre atún blanco para los stocks del norte, del sur y del Mediterráneo: estado actual y nuevas propuestas

El grupo debatió la situación actual de las propuestas de investigación para los tres stocks de atún blanco. Si bien el programa de investigación sobre el atún blanco del Atlántico norte existe desde 2010, rara vez se han examinado las necesidades de investigación de los stocks del sur y del Mediterráneo, mientras que parece haber una red y un compromiso cada vez mayores entre los científicos de diferentes CPC. El debate en relación con este punto del orden del día tenía por objeto elaborar la propuesta de investigación con un presupuesto priorizado. La Secretaría recordó al Grupo que ese presupuesto se asignaba por especies, no por stock, por lo que tal vez fuera conveniente dar prioridad tanto a los elementos de investigación como a los stocks. El objetivo de los fondos de investigación es mejorar el asesoramiento científico proporcionado por el SCRS reduciendo el sesgo y caracterizando adecuadamente las diferentes fuentes de incertidumbre.

El Grupo examinó una propuesta de programa de investigación sobre el atún blanco del Mediterráneo que era similar a la que el Grupo examinó en 2018. En la propuesta se enumeraban posibles actividades de recopilación de datos, elaboración de modelos, estudios biológicos, índices de abundancia relativa y cuestiones medioambientales que afectaban al stock del Mediterráneo. El Grupo acogió con beneplácito la propuesta, pero sugirió que se diera prioridad a los estudios y se centrara en las actividades que mejorarían la evaluación del stock. La composición por edad/talla es uno de los elementos clave en las evaluaciones de los modelos estructurados por edad, y se sugirió revisar la información disponible de la tarea2sz para considerar un programa de muestreo adicional. Se llegó a la conclusión de que la propuesta de investigación

del Mediterráneo es prematura para ser adoptada, y requiere un debate sustancialmente mayor para aclarar las prioridades, mientras que habrá que comprometerse a realizar esfuerzos para la próxima evaluación de stock prevista para 2021.

El Grupo examinó una propuesta de programa de investigación sobre el atún blanco del Atlántico sur que seguía la estructura del programa de investigación del atún blanco del Atlántico norte y daba prioridad a los estudios sobre biología de la reproducción y la migración (entre el sudoeste y el sudeste). La propuesta se basa en el hecho de que los conocimientos biológicos y ecológicos de este stock son realmente escasos, y el ciclo de vida del stock se infiere principalmente a partir de la información de captura de ejemplares bastante grandes. El grupo estuvo de acuerdo en la gran necesidad de llevar a cabo investigaciones para este stock. El grupo mencionó que la experiencia en el stock septentrional con las marcas electrónicas podría ser útil para el stock meridional. El Grupo también debatió otras metodologías para mejorar el conocimiento sobre la estructura del stock. Los autores aclararon que la propuesta original tenía varias ideas, como el análisis genético, el marcado genético, las bio-marcas basadas en parásitos y los análisis microquímicos. El grupo reconoció que históricamente, al igual que en el caso de algunos otros atunes, podría producirse alguna mezcla con el océano Índico en las inmediaciones de Sudáfrica. Se informó al Grupo de un reciente estudio genético que sugiere que el stock de atún blanco del Atlántico sur está más cerca del Atlántico norte que del océano Índico.

Como parte del debate sobre la MSE del atún blanco del Atlántico norte, el Grupo examinó los resultados actualizados del programa de marcado con marcas pop up de atún blanco del Atlántico norte (SCRS/P/2020/042). Aunque el uso de PSAT en el atún blanco sigue siendo un reto, las cinco marcas implantadas en 2019 en las islas Canarias ya han proporcionado más información de la que está disponible en la bibliografía para este stock, lo que incluye el mayor tiempo en libertad. Estas trayectorias cubren una de las principales migraciones descritas en el ciclo vital del stock, que es la migración trófica a las aguas productivas del Atlántico noroeste en torno al verano. Sin embargo, los autores sugirieron la necesidad de aumentar el tamaño de la muestra, de contar con trayectorias plurianuales mediante marcas de archivo internas y de tratar de cubrir la segunda migración importante descrita en el ciclo vital de este stock, la migración de reproducción. Durante 2020, se implantaron 10 marcas adicionales en las islas Canarias y todavía no hay información sobre ellas, lo que podría estar relacionado con problemas importantes en las baterías de los mini-PSAT WC. El Grupo cuestionó si se había utilizado alguna técnica específica en el momento del despliegue de la marca para recuperar los datos en todo el período, pero la manipulación de los peces y las condiciones fueron similares para todos los peces marcados.

El programa de investigación de atún blanco del Atlántico norte ha evolucionado desde 2010, adaptándose básicamente a medida que se generaban nuevos conocimientos y se identificaban nuevas lagunas de conocimiento. Este programa de investigación se ha adjuntado al plan de trabajo de atún blanco durante los últimos años, y tenía tres cuestiones principales, a saber, la biología, el seguimiento del estado del stock y la MSE, aunque actualmente se está dando prioridad a los estudios de marcado electrónico y reproducción, así como a la MSE. El relator presentó los fondos que se habían asignado a diferentes cuestiones de investigación en 2020, y sugirió transferir 77.000 euros de otras cuestiones, al marcado electrónico. Esto se justificó por el hecho de que se ahorraron 20.000 euros en el marco de la MSE, de que no se necesitó a un experto en evaluación de stock (5.000 euros), y otros estudios relacionados con la pesca (52.000 euros) no se consideraron de prioridad uno (es decir, las cuestiones medioambientales figuran en la lista como prioridad 2, y el actual MP requiere la utilización de CPUE individuales). El Grupo aprobó esta propuesta, y la Secretaría estudiará la forma de llevarla adelante, teniendo en cuenta la perspectiva más amplia de los cambios necesarios para otras especies. En cuanto a los estudios de biología reproductiva, el muestreo biológico se canceló debido a la pandemia, pero la Secretaría informó de que una enmienda del contrato podría permitir utilizar esos fondos hasta el segundo trimestre de 2021, por lo que el grupo prefirió mantener esos fondos en la sección de biología reproductiva en lugar de transferirlos al marcado electrónico.

6. Recomendaciones sobre investigación y estadísticas

El Grupo recomienda que se continúe financiando el programa de investigación de atún blanco para los stocks del Atlántico norte y del sur. En lo que respecta al stock del Mediterráneo, aunque todavía hay considerables lagunas en los conocimientos sobre la biología de esta especie, las pesquerías y las estadísticas, hasta la fecha, el Grupo no ha establecido prioridades de investigación; por lo tanto, en la

actualidad no se solicita financiación en el marco del proyecto de investigación sobre el atún blanco de ICCAT. Sin embargo, hay una recomendación relativa a los estudios sobre las larvas que tiene implicaciones financieras para este stock.

Recomendaciones con implicaciones financieras

- El Grupo recomendó que durante los próximos cuatro años la investigación sobre los stocks de atún blanco del norte y del sur se centre en tres esferas de investigación principales: la biología y la ecología, el seguimiento del estado del stock y la evaluación de estrategias de ordenación (esta última es específica del stock del Atlántico norte). Para 2021, el Grupo recomendó que continúen las actividades de marcado electrónico en el Atlántico norte, que se inicie el marcado en el Atlántico sur, que se realicen estudios de biología reproductiva en ambos stocks y que se avance en la MSE del atún blanco del Atlántico norte. Todas estas actividades se consideran tareas de alta prioridad, con un coste estimado de 120.000 euros. Los detalles sobre la propuesta de plan económico y de investigación se presentan en el Plan de trabajo para el atún blanco para 2021 (**Apéndice 5**).
- El Grupo respalda que se continúen recopilando datos de larvas en el mar Balear y en otras zonas de desove (por ejemplo, Mediterráneo oriental y central), y recomienda más investigaciones sobre el uso de índices larvarios para complementar los datos dependientes de las pesquerías en las evaluaciones de stock.
- Durante algunas de las recientes reuniones científicas del Grupo de especies de atún blanco, se ha observado la ausencia de varias CPC con importantes pesquerías de atún blanco. Este hecho limitó la capacidad del Grupo para revisar e interpretar adecuadamente los datos básicos de la pesca y los índices de abundancia relativa. Esto continúa teniendo como resultado incertidumbres sin cuantificar, lo que afecta de manera negativa a la consecución de los objetivos de las reuniones. Para solventar este problema, el Grupo sigue recomendando que las CPC hagan esfuerzos adicionales para participar en las reuniones. Además, siempre que sea necesario, las CPC en desarrollo pueden solicitar asistencia financiera a la Secretaría a través del Fondo de participación en reuniones de ICCAT (FMP), para asistir y contribuir a las reuniones del Grupo de especies de atún blanco. Esta recomendación es pertinente para la evaluación del stock de atún blanco del Mediterráneo en 2021.
- Siguiendo la hoja de ruta de ICCAT adoptada por la Comisión, que actualmente está siendo revisada por el SCRS, el Grupo recomienda a la Comisión que proporcione los medios financieros necesarios para la continuidad del trabajo.

En la tabla que figura a continuación se proporciona información sobre los costos estimados de las recomendaciones mencionadas.

Especie: ALB	2021	2022	2023
Marcado ¹	60000	40000	30000
Estudios biológicos			
Reproducción ¹	35000	35000	25000
Edad y crecimiento			
Genética			
Otros (estudios de larvas)	33000	33000	33000
MSE	20000	30000	30000
Otros estudios relacionados con pesquerías (lo que incluye recuperación de datos)			
Recogida y envío de muestras	5000	5000	5000

¹ Los fondos se repartirán equitativamente entre los stocks del norte y del sur. En caso de reducción del presupuesto, el stock del sur tiene prioridad.

Consumibles			
Talleres/experto en evaluación de stock/revisor			
TOTAL	153000	143000	123000

Recomendaciones sin implicaciones financieras

El Comité reconoció que la falta de datos de CPUE estandarizadas del Mediterráneo oriental constituye una fuente potencial de incertidumbre a la hora de evaluar el stock de atún blanco del Mediterráneo. El Grupo recomendó que las CPC que pescan predominantemente en esta zona (UE-Grecia, UE-Chipre y Turquía) hagan un esfuerzo concertado para generar y presentar datos de CPUE estandarizada.

El Comité recomienda que se lleve a cabo una revisión y compilación de todos los datos disponibles sobre edad-talla de varios estudios que han estimado la edad a partir de espinas con miras a actualizar la estimación de la curva de crecimiento para el atún blanco del Mediterráneo. Se recomienda también que se exploren métodos para tener en cuenta la selectividad en la cohorte del año 1 en la función de crecimiento de von Bertalanffy (VBGF) con el fin de garantizar una estimación de parámetros precisa.

El Grupo recomienda que la Secretaría trabaje junto con los corresponsales estadísticos de las CPC de ICCAT que tengan lagunas o conjuntos de datos incompletos de Tarea 1 y Tarea 2 identificados en los tres catálogos del SCRS del ALB (respectivamente los stocks: ALB-N, ALB-S, ALB-M en las **Tablas 3, 4 y 5**), para recuperar e informar a ICCAT de esos conjuntos de datos que faltan, con miras a la reunión intersesiones de ALB de 2021.

7. Otros asuntos

El Grupo también revisó y actualizó el Resumen ejecutivo de atún blanco del Atlántico y del Mediterráneo. Sin embargo, la versión final que incluye figuras, tablas y adiciones menores de texto relacionadas con las estadísticas de las pesquerías del(los) último(s) año(s) se actualizarán durante la reunión del Grupo de especies en septiembre. El Grupo también examinó y aprobó la propuesta de plan de trabajo para el atún blanco para 2021 y años sucesivos.

8. Adopción del informe y clausura

El informe fue adoptado durante la reunión. El presidente del SCRS y los relatores del Grupo agradecieron a todos los participantes sus esfuerzos. La reunión fue clausurada.

Referencias

- Anon. 2017. Report of the 2016 ICCAT North and South Atlantic albacore stock assessment meeting (Madeira, Portugal – April 28 to May 6, 2016). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 73(4): 1147-1295.
- Kell, L.T., Arrizabalaga, H., Merino, G., De Bruyn, P., Mosqueira, I., Sharma, R., and Ortiz de Urbina, J-M. 2017. Validation of the biomass dynamic stock assessment model for use in a management procedure. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 73(4): 1354-1376.
- Merino G., Arrizabalaga H., Murua H., Santiago J., Ortiz de Urbina J., Scott G.P. and Kell L.D. 2016. Evaluation of harvest control rules for North Atlantic albacore through management strategy evaluation. SCRS/2016/019 (withdrawn).
- Merino G., Kell L.T., Arrizabalaga H., Santiago J., Sharma R., Ortiz de Zarate V., and De Bruyn P. 2017. Updated Evaluation of Harvest Control Rules for North Atlantic albacore through Management Strategy Evaluation. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 74(2): 457-478.
- 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.

TABLAS

Tabla 1. Parámetros biológicos y factores de conversión para el stock de atún blanco del Atlántico sur. El valor de K para la ecuación de crecimiento del sur (marcado con «*») fue corregido respecto al informe anterior.

Tabla 2. Parámetros biológicos y factores de conversión para el stock de atún blanco del Atlántico sur. * Esto corrige el valor para el parámetro K en el modelo de crecimiento del informe detallado (Anón. 2016).

Tabla 3. Catálogo estándar del SCRS de ALB-N de disponibilidad de datos de Tarea 1/2 por pesquería principal (las combinaciones arte/pabellón clasificadas por orden de importancia) y año (1989-2018). Solo se muestran las pesquerías más importantes (que representan aproximadamente el 95 % de la captura total de Tarea 1). En cada serie de datos, la Tarea 1 (DSet= "t1", en t) se indica respecto al esquema equivalente de disponibilidad de Tarea 2 (DSet= "t2"). El esquema de colores de Tarea 2 tiene una concatenación de caracteres ("a"= T2CE existe; "b"= T2SZ existe; "c"= T2CS existe) que representa la disponibilidad de datos de Tarea 2 en las bases de datos de ICCAT.

Tabla 4. Catálogo estándar del SCRS de ALB-S de disponibilidad de datos de Tarea 1/2 por pesquería principal (las combinaciones arte/pabellón clasificadas por orden de importancia) y año (1989-2018). Véanse los detalles en la **Tabla 3**.

Tabla 5. Catálogo estándar del SCRS de ALB-M de disponibilidad de datos de Tarea 1/2 por pesquería principal (las combinaciones arte/pabellón clasificadas por orden de importancia) y año (1989-2018). Véanse los detalles en la **Tabla 3**.

Tabla 6. Capturas totales de atún blanco (T1NC, t) por stock, arte principal y año (periodo 1950-2018).

Tabla 7. Evaluación de las series de CPUE de los stocks de atún blanco del Atlántico norte y del Atlántico sur presentadas al Grupo. La evaluación se realizó mediante el protocolo establecido por el WGSAM.

Tabla 8. CPUE disponibles para la evaluación de stock del atún blanco del Atlántico norte de 2020.

Tabla 9. CPUE disponibles para la evaluación de stock del atún blanco del Atlántico sur de 2020.

Tabla 10. Parámetros y puntos de referencia estimados del modelo de evaluación de stock utilizando el caso de referencia acordado.

Tabla 11. Parámetros y puntos de referencia estimados del modelo de evaluación de stock utilizando el caso de referencia acordado y análisis de sensibilidad evaluando el impacto de la eliminación de puntos individuales de la CPUE.

Tabla 12. Estimaciones de biomasa, mortalidad por pesca, biomasa relativa a B_{RMS} y mortalidad por pesca relativa a F_{RMS} entre 1930 y 2018 del caso de referencia del modelo *mpb* para el atún blanco del Atlántico norte con intervalos de credibilidad del 80 %.

Tabla 13. Prueba de evaluación del desempeño de las HCR cuando uno o más índices de abundancia no están disponibles o actualizados desde 2014. La primera columna indica los escenarios de los índices que faltan. En la HCR «adoptada» todos los índices están disponibles.

Tabla 14. Lista revisada de indicadores para detectar circunstancias excepcionales para el atún blanco del Atlántico norte.

Tabla 15. Descripciones de la flota utilizadas en los modelos ASPIC para el atún blanco del Atlántico sur.

Tabla 16. Capturas (t) de cada flota para ASPIC para el atún blanco del Atlántico sur incluidas en la Tabla anterior.

Tabla 17. Detalles de los ensayos del modelo en ASPIC para el atún blanco del Atlántico sur.

Tabla 18. Resultados de los ensayos del caso base de ASPIC para el atún blanco del Atlántico sur.

Tabla 19. Escenarios de análisis de sensibilidad para los ensayos del modelo ASPIC para el atún blanco del Atlántico sur.

Tabla 20. Resumen de los cuantiles posteriores presentados en forma de medianas de la distribución a posteriori marginal y los intervalos de credibilidad asociados del 95 % de los parámetros para el caso base del modelo JABBA para el atún blanco del Atlántico sur.

Tabla 21. Estimaciones de biomasa, mortalidad por pesca, biomasa relativa a B y mortalidad por pesca relativa a F_{RMS} entre 1956 y 2018 del caso base del modelo JABBA para el atún blanco del Atlántico Sur con intervalos de credibilidad del 95 %.

Tabla 22. Probabilidades estimadas de que el stock de atún blanco del Atlántico sur (a) esté por debajo de F_{RMS} (no se está produciendo sobrepesca), (b) esté por encima de B_{RMS} (no sobrepescado) y (c) esté por encima de B_{RMS} y por debajo de F_{RMS} (cuadrante verde del diagrama de Kobe) presentadas para un rango de escenarios de TAC de 0-34.000 t a lo largo del horizonte de proyección de captura fijada de 2021-2033 basadas en las distribuciones a posteriori MCMC conjuntas del caso base del modelo JABBA («Fox ModW»).

FIGURAS

Figura 1. Puntuaciones retrospectivas para el atún blanco en los tres stocks (superior izquierda: ALB-N; superior derecha: ALB-S; abajo: ALB-M) obtenidas para diferentes series temporales (10 a 35 años, siendo el periodo de 30 años el correspondiente catálogo estándar del SCRS) entre 1950 y 2018. El panel inferior muestra las puntuaciones de ALB de la ficha de puntuaciones del SCRS para el año terminal 2018 (último punto de las puntuaciones retrospectivas). La última columna muestra el cambio relativo respecto al periodo previo de 30 años (1988-2017), es decir una ligera mejora del 1 % en los stocks del Atlántico y una mejora razonable del 11 % en el stock del Mediterráneo.

Figura 2. Capturas nominales totales de ALB (T1NC, t) por stock (ALB-N: arriba, ALB-S: centro y ALB-M: abajo) acumulado por arte, entre 1950 y 2018.

Figura 3. Comparación de la serie de CPUE de Taipei Chino: la CPUE nominal (puntos azules), la CPUE estandarizada usada en la evaluación del stock de 2016 (verde) y la CPUE estandarizada en peso facilitada durante la reunión (rojo).

Figura 4. CPUE utilizadas para el caso base de la evaluación de stock de 2020 para el atún blanco del Atlántico norte.

Figura 5. CPUE utilizadas para el caso base de la evaluación de stock de 2020 para el atún blanco del Atlántico sur.

Figura 6. CPUE (en escala logarítmica) utilizadas en la evaluación de stock de 2020. Los valores de Japón de 2013 y de Venezuela de 2018 no se muestran ya que el grupo decidió no usarlos.

Figura 7. Perfil de verosimilitud para la tasa de crecimiento intrínseca (r).

Figura 8. Perfiles de verosimilitud parciales para la tasa de crecimiento intrínseca (r) para cada una de las series de CPUE usadas en la evaluación del stock.

Figura 9. Valores residuales para el ajuste del caso de referencia de la evaluación de stock a los índices de CPUE.

Figura 10. Biomasa del stock estimada (escalada de acuerdo con la capturabilidad estimada de la CPUE) y observaciones de CPUE.

Figura 11. Índices de CPUE estimados versus observados.

Figura 12. Diagramas cuantil-cuantil para comparar las distribuciones residuales de CPUE con la distribución normal.

Figura 13. Ajustes retrospectivos con el caso de referencia de la evaluación del stock de 2020.

Figura 14. Resultados del bootstrap: trayectorias de biomasa y mortalidad por pesca estimadas para el caso de referencia y rendimiento observada. La línea roja es la mediana de los valores del bootstrap.

Figura 15. Biomasa (rojo) y mortalidad por pesca (azul) relativas estimadas por el caso de referencia.

Figura 16. Trayectorias estimadas de B/B_{RMS} y F/F_{RMS} con el caso de referencia de la evaluación de stock del atún blanco del Atlántico norte. Los puntos representan las coordenadas de B/B_{RMS} y F/F_{RMS} de 2018 por bootstrap (mediana en azul).

Figura 17. Trayectoria de la biomasa relativa estimada en el caso de referencia de 2020 (rojo) y en el caso base de 2016 (negro).

Figura 18. Histogramas y distribución de densidad de los parámetros y puntos de referencia estimados por el caso de referencia. Los histogramas se han elaborado usando valores medios y de sd del resultado del modelo.

Figura 19. Trayectorias estimadas para los escenarios desarrollados para evaluar el impacto de las eliminaciones de puntos de datos individuales.

Figura 20. Histogramas de los valores residuales del ajuste entre la CPUE observada para Taipei Chino en el último periodo en el escenario del caso base del OM de 2013 (base) y el escenario en el que el OM incluye ponderaciones iguales para los datos de frecuencias de tallas del palangre de Taipei Chino y Japón. La línea azul es la distribución normal que genera la media y la sd de los valores residuales, la línea verde se genera usando la media = 0 y la sd de los valores residuales, y la línea roja representa la variabilidad (CV=20 %) considerada en el modelo de error de observación de la MSE.

Figura 21. Histograma de los valores residuales para la CPUE del cebo vivo español. La línea azul es la distribución normal que genera la media y la sd de los valores residuales, la línea verde se genera usando la media = 0 y la sd de los valores residuales, y la línea roja representa la variabilidad (CV=20 %) considerada en el modelo de error de observación de la MSE.

Figura 22. Evaluación de las circunstancias excepcionales de acuerdo con los indicadores de la CPUE. Los diagramas de cajas representan el rango de valores en cada año simulados a partir de los OM usados en la MSE cuando se probó el MP aceptado. La serie temporal coloreada indica los valores de CPUE actualizados usados en la iteración del MP de este año. En el panel inferior derecho, la línea rosa es la serie de US-LL y la morada es el índice de LL venezolano.

Figura 23. Evaluación de las circunstancias excepcionales de acuerdo con los indicadores de B/B_{RMS} del modelo de producción aplicado en el MP. Los diagramas de cajas representan el rango de valores (entre los OM) producidos por el modelo de producción durante la prueba de la MSE del MP aceptado. La línea naranja indica la trayectoria estimada de B/B_{RMS} del modelo de producción aplicado en la iteración del MP de este año.

Figura 24. Evaluación de las circunstancias excepcionales de acuerdo con los indicadores de F/F_{RMS} del modelo de producción aplicado en el MP. Los diagramas de cajas representan el rango de valores (entre los OM) producidos por el modelo de producción durante la prueba de la MSE del MP aceptado. La línea naranja indica la trayectoria estimada de F/F_{RMS} del modelo de producción aplicado en la iteración del MP de este año.

Figura 25. Diagramas de diagnóstico de los valores residuales de JABBA para conjuntos alternativos de índices de CPUE examinados para cada escenario de referencia (S1) SchaeferEqW; (S2) FoxEqW; (S3) SchaeferModW; (S4) FoxModW para el atún blanco del Atlántico sur. Los diagramas de caja indican la mediana y los cuantiles de todos los valores residuales disponibles para cualquier año determinado y las líneas negras continuas indican un alisado Loess en todos los valores residuales.

Figura 26. Diagramas de diagnóstico de los valores residuales de JABBA para conjuntos alternativos de índices de CPUE examinados para cada escenario de referencia (S1) SchaeferEqW; (S2) FoxEqW; (S3) SchaeferModW; (S4) FoxModW para el atún blanco del Atlántico sur. Desviaciones del error de proceso (mediana: línea continua) con una zona sombreada en gris que indica intervalos de credibilidad del 95 %.

Figura 27. Distribución a priori y a posteriori de varios parámetros del modelo y de ordenación para los modelos de producción excedente bayesiano de estado espacio (S1) SchaeferEqW; (S2) FoxEqW; (S3) SchaeferModW; (S4) FoxModW) para el atún blanco del Atlántico sur. PPRM: Ratio de la distribución a posteriori y la distribución a priori de las medianas; PPRV: Ratio de la distribución a posteriori y la distribución a priori de las varianzas.

Figura 28. Tendencias en la biomasa y la mortalidad por pesca (paneles superiores), la biomasa relativa a B_{RMS} (B/B_{RMS}) y la mortalidad por pesca relativa a F_{RMS} (F/F_{RMS}) (paneles medios), la biomasa relativa a K (B/K) y la curva de producción excedente (paneles inferiores) para cada escenario de referencia (S1: SchaeferEqW, S2: FoxEqW, S3: SchaeferModW, S4: FoxModW) a partir de los ajustes del modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio JABBA al atún blanco del Atlántico sur.

Figura 29. Ajuste a la CPUE para el atún blanco del Atlántico sur basado en análisis de ASPIC (caso base de ASPIC).

Figura 30. Trayectorias de biomasa y de la tasa de captura/mortalidad por pesca para el atún blanco del Atlántico sur basadas en los casos base del modelo ASPIC.

Figura 31. Resultados de los análisis de sensibilidad (fila superior **Tabla 19**) y análisis retrospectivos (fila media) para los análisis de ASPIC (Run06_Eq_Fox) para el atún blanco del Atlántico sur. Los gráficos inferiores muestran la diferencia entre el caso base y el análisis retrospectivo.

Figura 32. Resultados de los análisis de sensibilidad (fila superior **Tabla 19**) y análisis retrospectivos (fila media) para los análisis de ASPIC (Run08_CW_Fox) para el atún blanco del Atlántico sur. Los gráficos inferiores muestran la diferencia entre el caso base y el análisis retrospectivo.

Figura 33. Resultados del caso base del modelo JABBA para el atún blanco del Atlántico sur. Paneles superiores: serie temporal de las CPUE observadas (círculo) con IC del 95 % (barras de error) y las CPUE predichas (línea continua). Paneles medios: serie temporal de las CPUE logarítmicas observadas (círculo) con IC del 95 % (barras de error) y las CPUE logarítmicas predichas (línea azul). Paneles inferiores: pruebas de los ensayos para evaluar cuantitativamente la aleatoriedad de la serie temporal de los valores residuales de CPUE por flota. Los paneles verdes indican que no hay evidencias de la falta de aleatoriedad de los valores residuales de la serie temporal ($p > 0,05$) mientras que los paneles rojos indican lo contrario. La zona sombreada interior muestra tres errores estándar de la media global y los círculos rojos identifican un año específico con valores residuales superiores a este valor umbral (norma 3σ).

Figura 34. Resultados del caso base del modelo JABBA para el atún blanco del Atlántico sur. Los primeros paneles superiores muestran el análisis retrospectivo realizado eliminando un año cada vez secuencialmente ($n=8$) y prediciendo las tendencias en la biomasa y la mortalidad por pesca, la biomasa relativa a B_{RMS} (B/B_{RMS}) y la mortalidad por pesca relativa a F_{RMS} (F/F_{RMS}), la biomasa relativa a K (B/K) y la curva de producción excedente.

Figura 35. Resultados del caso base del modelo JABBA para el atún blanco del Atlántico sur. Resultados de la validación cruzada de la simulación retrospectiva (HCxval) realizada con ocho ensayos del modelo de simulación retrospectiva en relación con la CPUE prevista de CTP-LL. Las observaciones de CPUE usadas para la validación cruzada están resaltadas como círculos sólidos con código de colores con el intervalo de confianza asociado del 95 % sombreado en gris claro. El año de referencia del modelo se refiere a los puntos finales de cada previsión un año más allá y la observación correspondiente (es decir, año de extracción + 1).

Figura 36. Análisis de sensibilidad realizado a conjuntos alternativos de series de CPUE para la evaluación JABBA del atún blanco del Atlántico sur mostrando las tendencias en la biomasa y la mortalidad por pesca (paneles superiores), biomasa relativa a B_{RMS} (B/B_{RMS}) y mortalidad por pesca relativa a F_{RMS} (F/F_{RMS}) (paneles medios) y biomasa relativa a K (B/K) y curva de producción excedente (paneles inferiores).

Figura 37. Resultados del caso base del modelo de evaluación de JABBA para el atún blanco del Atlántico sur. (a) Serie temporal de capturas describiendo la estimación de RMS con el intervalo de credibilidad del 95 % asociado (línea discontinua), (b) biomasa relativa a B_0 (B/B_0) (paneles superiores), (c) tendencias en

la biomasa y (d) mortalidad por pesca, (e) tendencias de la biomasa en relación con B_{RMS} (B/B_{RMS}) y (f) mortalidad por pesca relativa a F_{RMS} (F/F_{RMS}).

Figura 38. Comparaciones de B/B_{RMS} y F/F_{RMS} entre dos casos base de ASPIC y uno de JABBA.

Figura 39. Comparaciones del estado del stock (diagrama de Kobe) entre dos casos base de ASPIC (ponderación del 25 % en cada caso) y uno de JABBA (ponderación del 50 %).

Figura 40. Distribución a posteriori de la biomasa del stock (panel superior, B/B_{RMS}) y la mortalidad por pesca (panel inferior, F/F_{RMS}) relativas proyectadas del stock de atún blanco del Atlántico sur con diferentes escenarios de TAC de 0-34.000 t, basada en las proyecciones de dos casos base de ASPIC y JABBA.

Figura 41. Distribución a posteriori de la biomasa del stock (panel superior, B/B_{RMS}) y la mortalidad por pesca (panel inferior, F/F_{RMS}) relativas proyectadas del stock de atún blanco del Atlántico sur con un escenario de TAC de 20.000 t, basada en las proyecciones de dos casos base de ASPIC (rosa: Run06_Eq_Fox, verde: Run_08_CW_Fox) y JABBA (azul).

Figura 42. Diagrama de fase de Kobe mostrando las distribuciones a posteriori combinadas de B_{2018}/B_{RMS} y F_{2018}/F_{RMS} presentadas en forma de distribuciones a posteriori MCMC conjuntas del caso base del modelo JABBA («FoxModW») para el stock de atún blanco del Atlántico sur. La probabilidad de que los puntos de la distribución *a posteriori* recaigan dentro de cada cuadrante se indica en el diagrama de tarta.

Figura 43. Diagrama de fase de producción excedente para el stock de atún blanco del Atlántico sur mostrando la curva de producción excedente (SP) junto con la trayectoria de captura (eje y) a lo largo del rango de biomasa entre 0 y K (eje x) basado en el caso base del modelo JABBA («FoxModW»). Conceptualmente, si la captura actual cae en el área por debajo de la curva SP, se predice que la biomasa aumenta dado que SP es mayor que la Captura. El punto en el que la curva SP alcanza un máximo es equivalente a RMS, que corresponde a B_{RMS} en el eje x. Las partes del diagrama con código de colores se corresponden con los cuadrantes del diagrama de fase de Kobe para facilitar la interpretación. Sobreimpuesta está la parte de la zona roja con sombreado amarillo, donde la biomasa puede recuperarse con una cuota constante mientras continúa en estado rojo de sobrepescado ($B < B_{RMS}$, $F > F_{RMS}$), pero la captura está por debajo de SP. Por el contrario, una cuota constante conduciría a la sobrepesca en el marco de una captura constante por encima de RMS a pesar de que el stock se encuentre actualmente en el cuadrante verde «sostenible» de Kobe ($F < F_{RMS}$, $B > B_{RMS}$, pero $RMS < Captura$)

Figura 44. Tendencias de la biomasa del stock (panel superior, B/B_{RMS}) y la mortalidad por pesca (panel inferior, F/F_{RMS}) relativas proyectadas del stock de atún blanco del Atlántico sur con diferentes escenarios de TAC de 0-34.000 t, basadas en las proyecciones del caso base del modelo JABBA («FoxModW»). Cada línea representa la mediana de 15.000 iteraciones MCMC por año proyectado.

Figura 45. Distribución a posteriori de la biomasa del stock (panel derecho, B/B_{RMS}) y la mortalidad por pesca (panel izquierdo, F/F_{RMS}) relativas proyectadas del stock de atún blanco del Atlántico sur con diferentes escenarios de TAC de 0-34.000 t, basadas en las proyecciones del caso base del modelo JABBA («FoxModW»). Cada línea representa la mediana de 15.000 iteraciones MCMC por año proyectado.

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden del día.

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos y presentaciones.

Apéndice 4. Resúmenes de los documentos y presentaciones SCRS presentados por los autores.

Apéndice 5. Plan de trabajo de atún blanco.

Apéndice 6. Informe consolidado para la evaluación de la estrategia de ordenación para el atún blanco