

## INFORME DE LA REUNIÓN ICCAT DE 2022 DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE ATÚN ROJO DEL ATLÁNTICO ESTE Y MEDITERRÁNEO

(Madrid, España, reunión híbrida, 4-9 de julio de 2022)

Los resultados, conclusiones y recomendaciones incluidos en este informe reflejan solo el punto de vista del Grupo de especies de atún rojo. Por tanto, deberían considerarse preliminares hasta que el SCRS los adopte en su reunión plenaria anual y la Comisión los revise 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 de la reunión, adopción del orden del día, disposiciones para la reunión y designación de relatores

La reunión se celebró en la Secretaría de ICCAT, en Madrid, y en línea del 4 al 9 de julio de 2022. Los Dres. Enrique Rodríguez-Marín (UE-España) y John Walter (Estados Unidos), relatores de para el stock de atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo, y del Atlántico occidental (E-BFT y W-BFT) respectivamente, inauguraron la reunión y ejercieron la función de copresidentes. El secretario ejecutivo y el presidente del SCRS, Dr. Gary Melvin (Canadá), dieron la bienvenida a los participantes. Los copresidentes procedieron a examinar el orden del día, que fue adoptado con algunos cambios (**Apéndice 1**).

La lista de participantes se adjunta como **Apéndice 2**. La lista de documentos y presentaciones de la reunión se adjunta como **Apéndice 3**. Los siguientes participantes actuaron como relatores:

<i>Sección</i>	<i>Relatores</i>
Puntos 1 y 11	A. Kimoto
Puntos 2.1 and 3.1	A. Gordo, M. Ortiz, T. Rouyer
Puntos 2.2 and 3.2	M. Lauretta, P. Sampedro
Punto 2.3 y 3.3	J.J. Maguire
Puntos 3.4 and 6	E. Rodriguez-Marin, J. Walter, A. Kimoto
Punto 4	H. Arrizabalaga, E. Andonegi
Punto 5	S. Miller, C. Peterson
Puntos 7 and 9	E. Rodriguez-Marin, J. Walter
Punto 8	S. Tensek
Punto 10	S. Deguara, M. Ortiz

### 2. Diagnósticos del modelo

#### 2.1 VPA

En el documento SCRS/2022/101 se presentaba la CAS revisada del periodo inflado (1998-2007) preparada por el pequeño grupo *ad-hoc* siguiendo la recomendación del Grupo de especies de atún rojo (BFTSG) en la reunión de preparación de datos sobre atún rojo de 2022 (Anón., 2022). Inicialmente, en 2012 las capturas infladas-NEI (no incluidas en otra parte) se convirtieron asumiendo la misma distribución por tallas que la de la flota de cerco en el Mediterráneo (PS-MED), pero la información auxiliar indicaba que la mayor parte de estas capturas no comunicadas eran preferentemente peces de talla media y grande destinados a los mercados internacionales. De este modo, el grupo *ad-hoc* recomendó que se estimara la distribución por tallas NEI de las capturas no declaradas y sus estimaciones derivadas de la captura por talla (CAS) y la captura por edad (CAA) de todos los artes de pesca activos durante 1998 - 2007, dando mayor importancia a los artes con capturas de peces medianos y grandes y, en el caso de las pesquerías de cerco, se recomendó utilizar únicamente la distribución por tallas del trimestre 2. La CAS revisada (ver2b) se consideró una mejor estimación de la distribución por tallas para las capturas infladas NEI (1998-2007) y se propuso su adopción por el BFTSG.

En respuesta a los comentarios del Grupo, se aclaró que el total de capturas en peso no se veía afectado, pero sí las capturas en número.

En el documento SCRS/2022/129 se documentaban los ensayos de evaluación de 2022 del atún rojo del Atlántico occidental que utilizaron análisis de población virtual (VPA). Este documento resume los datos de entrada, los supuestos, los resultados provisionales, los diagnósticos y las estimaciones de la serie temporal de la biomasa del stock reproductor para el periodo de 1968 a 2020, y el reclutamiento para el periodo 1968 a 2019 del VPA. El modelo incorporaba revisiones de los índices clave, particularmente un índice de peces pequeños (índice de prospección larvaria del Mediterráneo occidental: WMED\_LARV). El autor presentó una aplicación Shiny que resume todos los resultados del VPA en una interfaz gráfica, que se puso a disposición de los participantes (<https://bfttuna.shinyapps.io/shinyvpa/>).

El Grupo acogió con satisfacción esta aplicación y destacó su utilidad para los debates de la reunión. La lista de ensayos del VPA y las estadísticas de ajuste del modelo para cada ensayo están disponibles en las **Tablas 1 y 2**, respectivamente.

El ensayo de continuidad se basó en el caso base de 2017, ya que este modelo no pudo actualizarse en 2020 y que no se ha aceptado ningún otro caso base desde entonces. Para el ensayo de continuidad (ensayo 288), las ratios de F (ratio entre la tasa de mortalidad por pesca a partir de los 10 años y la tasa de mortalidad por pesca a partir de los 9 años) se estima en tres bloques temporales (1968-1980; 1981-1995; 1996-2007) y se fija en 1 para el último (2008-2020). Este ensayo planteó varios problemas, siendo los principales los fuertes patrones retrospectivos y la inestabilidad de los resultados, particularmente en las estimaciones de la escala absoluta de la biomasa (**Figura 1**). El documento presentaba varios ensayos basados en ese ensayo para explorar diferentes aspectos con el objetivo de mejorar el modelado que se ha sugerido durante las anteriores reuniones en línea.

Un primer eje explorado fue la posibilidad de utilizar el grupo 16+ como grupo plus, lo que permitiría simplificar el supuesto planteado para la ratio de F, ya que podría ser más fácil asumir una ratio de F=1. El VPA es sensible a ese parámetro con el grupo plus de edad 10+, por lo que esta era una fuente importante de mejora potencial. Los ensayos para explorar la utilización del grupo 16+ como grupo plus (**Figura 2**, ensayos 289 y 290) mostraron que asumir un ratio de F igual a uno durante todo el periodo de tiempo (1968-2020) se asociaba con una falta de ajuste a dos índices históricos clave (los índices de las pesquerías de almadrabas Marruecos-España MOR\_SP\_TP) y de palangre de Japón en el Atlántico este y Mediterráneo (JPN\_LL\_EastAtl\_MED)). Los resultados de estos ensayos plantearon varios problemas, entre ellos un reclutamiento muy elevado estimado para los últimos años, un aumento continuo de la biomasa del stock reproductor (SSB) a lo largo de todo el periodo para los ensayos en los que se asumía un ratio de F igual a uno y un fuerte patrón retrospectivo. El uso de la curva de Richards (**Tabla 2**, ensayos 291 y 292), la varianza aditiva para los índices (en lugar de la multiplicativa) (**Tabla 2**, ensayo 293) o la fijación de la selectividad para el índice WMED\_LARV (**Tabla 2**, ensayo 294) no resolvieron estos problemas. En general, los ensayos que usaron 16+ no mejoraron los diagnósticos del modelo.

El segundo eje se centró en explorar el aspecto de la estabilidad del ensayo de continuidad (ensayo 288). El Grupo solicitó una prueba sobre el efecto de las ratios de F en la escala global del VPA durante los debates anteriores intersesiones. Esta prueba pretendía establecer si la escala del VPA podía resolverse estadísticamente. Esta prueba consistió en fijar la ratio F para el primer año del VPA en un valor determinado y, a continuación, estimar los distintos bloques temporales de la ratio de F. Los resultados mostraron que no se encontraron diferencias significativas (es decir, >2 unidades de la función objetivo) en todas las pruebas (**Tabla 3**). Esto significó que las ratios F no pudieron ser estimadas adecuadamente. Por lo tanto, en las siguientes exploraciones se intentó fijar las ratios de F en valores a priori, observando la estadística rho de Mohn para el sesgo retrospectivo para guiar la exploración. Si se fija el valor de la ratio de F en 1 para los bloques de tiempo de la ratio de F durante 1968-1995 y se modifican ligeramente las configuraciones de la búsqueda (Ensayo 295), se mejora la estabilidad general del VPA (**Figura 3**). A continuación, se modificó la restricción de la vulnerabilidad para que se aplicara a las edades de 5 a 9 años en lugar de las edades de 1 a 9 años, con la justificación de que las edades de 1 a 4 años no son las edades a las que se dirigen las flotas más grandes (es decir, los cerqueros, las almadrabas y los palangreros). Esta restricción de vulnerabilidad aplicada a lo largo de seis años, más una restricción de reclutamiento a lo largo de seis años produjo un ensayo con un patrón retrospectivo mejorado (Ensayo 287, **Figura 3**).

Otros ensayos para perfilar la ratio de F para los bloques temporales 1968-1995 y 2008-2020 mostraron que asumir una ratio de F de 0,75 para ambos bloques conducía al valor mínimo de la función objetivo (**Tabla 4**, Ensayo 286: **Tabla 2** y **Figura 4**). Los intentos de integrar el índice de prospección aérea del GBYP del Mediterráneo occidental (WMED\_GBYP\_AER) (Ensayo 303) no mostraron un ajuste especialmente

bueno a este índice (**Figura 5**) y no se realizaron más pruebas con este índice. A continuación, el Grupo consideró que la selectividad para el índice WMED\_LARV debía fijarse y que el límite superior de las estimaciones de F terminal para las edades 1-5 podía reducirse para evitar soluciones en las que la mortalidad por pesca terminal alcanzara un máximo en las edades 4-6 (Ensayo 367). Otras investigaciones mostraron que la modificación de la vulnerabilidad y fuerza de la restricción de reclutamiento para llevarla a los valores originales mejoraba la función objetivo (Ensayo 385, **Tabla 2**). El ensayo 385 convergió correctamente y no mostró ningún patrón retrospectivo problemático.

La fluctuación de la semilla para el generador de números aleatorios y los valores terminales de F mostraron un ajuste coherente del modelo, y los bootstraps mostraron que la mediana de los bootstraps se situaba cerca del ensayo determinista (**Figura 6**). La eliminación de un índice cada vez mostró que el índice JPN\_LL\_NEAtlMed tuvo un efecto en la escala general del VPA, mientras que la eliminación de otras flotas tuvo un impacto reducido en la tendencia general (**Figura 7**).

Se realizaron varios ensayos de sensibilidad. La estimación de la ratio de F para el bloque temporal 1996-2007 produjo una solución con una función objetivo ligeramente más negativa, pero que mostraba un fuerte patrón retrospectivo (Ensayo 386, **Figura 7**). Un perfil bidimensional de las ratios de F para los bloques de tiempo primero (1968-1995) y segundo (2008-2020) para los que la ratio de F es fija, mostró que todos los ensayos, excepto uno, tenían una diferencia en la función objetivo que era superior a 2 (**Tabla 5**). Ese ensayo (0 en la **Tabla 5**, Ensayo 418) fue muy similar al Ensayo 386 en términos de ratios de F y exhibía un fuerte patrón retrospectivo (**Figura 8**). Por lo tanto, el Grupo eligió el Ensayo 385 como caso base para el VPA.

En relación con el VPA del atún rojo del este de 2017 (Anón., 2017), los resultados del modelo se vieron influenciados por la adición y la revisión de los datos de entrada, en particular la revisión de los supuestos de la distribución de tallas para la "captura inflada" del período 1998 -2007 (SCRS/2022/101) y otros cambios comunicados y discutidos durante la reunión de preparación de datos de 2022 (Anón., 2022).

## 2.2 Stock Synthesis

El BFTSG había intentado aplicar Stock Synthesis al stock de atún rojo del este en 2017 (Sharma et al., 2017), y el objetivo de este trabajo de reunión es actualizar este modelo de 2017 para la evaluación del stock de atún rojo del este de 2022. Hay dos cambios importantes con respecto a la evaluación de stock de 2017 en relación con la estructura de la flota y los supuestos de selectividad. Sampedro *et al.* (2022) presentó los datos de entrada y la configuración inicial del modelo de un ensayo preliminar para la evaluación de stock de 2022 utilizando Stock Synthesis en la reunión de preparación de datos sobre atún rojo de 2022 (Anón., 2022).

Los ensayos preliminares de Stock Synthesis presentados en la Reunión de preparación de datos de atún rojo de 2022 (Anón., 2022) demostraron la incapacidad de estimar el crecimiento ( $L_{inf}$  en particular) dentro del modelo, debido a la falta de información sobre talla por edad para las edades más avanzadas. En el documento SCRS/P/2022/046 se mostraba que las estimaciones de crecimiento de Stock Synthesis para el modelo del Atlántico occidental, que incluye un gran número de peces de origen del Atlántico oriental y cuya edad se determinó mediante otolitos, tuvieron como resultado  $L_{inf} = 272$  y  $273$  cm en las evaluaciones de 2020 y 2021, respectivamente. Las flotas del norte de Canadá, con línea de mano, y de Noruega, con red de cerco, parecen capturar los mayores ejemplares de atún rojo observados con modas superiores cercanas a los 270 cm y  $L_{max}$  cerca de los 340 cm. Las distribuciones de la talla por edad y las estimaciones de la talla media de las clases de mayor edad en las pesquerías de stocks mixtos de la zona occidental respaldan la función de crecimiento de Richards. Siguiendo las recomendaciones de este estudio, el Grupo acordó fijar  $L_{inf} = 271$  cm, asumir un modelo de crecimiento de Richards y partir del supuesto de una selectividad asintótica para la pesquería de cerco de Noruega durante el periodo de 1970 a 1981 en el modelo Stock Synthesis para el atún rojo del este.

El Grupo revisó el caso base propuesto para la evaluación de atún rojo del este utilizando Stock Synthesis (SCRS/2022/128). El modelo abarca desde 1950 hasta 2020 y se ha ajustado a los datos de composición por tallas, a la talla por edad condicional (pares de talla-edad-talla de otolitos y espinas), 16 flotas pesqueras y 11 índices de abundancia (**Tabla 6**). El crecimiento se modela mediante una función de Richards con  $L_{inf}$  fijado en 271 cm y el parámetro de forma de Richards es estimado por el modelo. Se estimó en el modelo una relación stock reclutamiento de Beverton y Holt con la inclinación, y SigmaR fijos en 0,9 y 0,6, respectivamente.  $R_0$  se estimó libremente.

El Grupo investigó varios ensayos (**Tabla 7**) para mejorar el diagnóstico del modelo, y se acordó el caso base del modelo, Ensayo 16 reponderado, siguiendo los cambios en el caso base propuestos en el documento SCRS/2022/128:

- Escalar M internamente utilizando el método de Lorenzen (edad 20 años, M de referencia = 0,1).
- Estimar mediante el modelo la mortalidad por pesca inicial para las flotas 13 (pesquería de almadraba de UE-España/Marruecos/UE-Portugal antes de 2011), 15 (otras pesquerías de almadrabas) y 16 (otros).
- Estimar mediante el modelo el parámetro de crecimiento K.
- Mejorar la selectividad de la flota mediante una definición inicial más adecuada de los parámetros y la inclusión de varias distribuciones previas cuando es necesario.
- Equilibrar el modelo mediante la reponderación de las composiciones por tallas utilizando el método de Francis (Francis 2011).

El caso base del modelo Stock Synthesis, ensayo16 reponderado, mostró una convergencia relativamente buena (gradiente final =  $5,84607e-05$ ), con una matriz hessiana positiva definitiva. En esas estimaciones se incluyeron cuatro parámetros del modelo de crecimiento, tres parámetros de F inicial, 75 desviaciones de reclutamiento, y los parámetros restantes fueron parámetros de selectividad basados en el tamaño de la flota. Las estimaciones de los parámetros, los errores estándar asintóticos y las distribuciones previas asignadas se proporcionan en la **Tabla 8**. Se asignaron distribuciones previas sólo a los parámetros de selectividad que mostraban desviaciones estándar muy grandes tras el ajuste inicial del modelo para mejorar su estabilidad general.

Se realizó un análisis de fluctuación para evaluar si el modelo convergía en una solución global, aplicando una desviación aleatoria de los valores iniciales del 10 %. Algunos ensayos de fluctuación indicaron una verosimilitud logarítmica negativa inferior a la del caso base del modelo (**Figura 10**), asociada a un mejor ajuste a los datos condicionales de talla por edad, pero mostraron un cambio asociado en la selectividad de la otra flota de palangre. El Grupo observó que la escala y la tendencia de la biomasa y el reclutamiento del stock en el Ensayo 16 reponderado eran similares a los ensayos de fluctuación con menor verosimilitud (**Figura 11**). Por ello, el Grupo acordó utilizar este modelo como caso de base de Stock Synthesis (Ensayo 16 reponderados).

Se examinaron los gráficos de los datos observados frente a los ajustados y los gráficos de residuos para evaluar el ajuste del modelo a los índices (**Figuras 12 y 13**) y a los datos de composición por tallas (**Figura 14**). En general, el modelo mostró un ajuste relativamente bueno a los índices de abundancia. Se aplicaron pruebas de ensayo a las series de residuos de cada índice y a la composición por tallas con el fin de evaluar cuantitativamente la aleatoriedad del ajuste global a las diferentes series temporales. No hubo evidencia ( $p \geq 0,05$ ) para rechazar la hipótesis de residuos distribuidos aleatoriamente para todos los índices, excepto para las pesquerías de almadrabas marroquíes y españolas (S1), la fase temprana de las pesquerías de cebo vivo españolas (S3) y la prospección aérea del GBYP en el Mediterráneo occidental (S11). Sólo un punto de datos quedó fuera de los límites de sigma 3 para los índices (**Figura 15**). Por el contrario, hubo una falta de ajuste sistemática para la talla media de varias flotas (**Figura 16**), algunas de las cuales mostraron evidencias de cambios en la selectividad a lo largo del tiempo que no pudieron resolverse eficazmente en el tiempo asignado manteniendo la estabilidad del modelo.

Se creó un perfil de verosimilitud para el reclutamiento medio estimado en equilibrio sin pesca ( $R_0$ , escala logarítmica) en un rango de valores de 7,5 a 8,5 (**Figura 17**). El perfil de  $R_0$  por componente de datos mostró un mínimo coherente para la captura en equilibrio que aportó información a la mejor estimación global. El perfil de la otra fuente de datos estaba menos definido, sin un mínimo claro.

El análisis retrospectivo (**Figura 18**) indica a que la biomasa reproductora y la mortalidad por pesca del stock se estimaron de forma coherente, con estimaciones de rho de Mohn de -0,15 y 0,03, respectivamente. Sin embargo, hubo un claro sesgo retrospectivo en las estimaciones del reclutamiento reciente. En concreto, las estimaciones de reclutamiento desde 2011 mostraron un alto nivel de incertidumbre en torno al valor estimado y variaron notablemente con cada año de datos eliminados. Este sesgo retrospectivo llevó a la recomendación de parchear las estimaciones del reclutamiento reciente desde 2011 en  $R_0$  para cualquier proyección del modelo.

### 2.3 Otros modelos

#### ASAP

Se aplicó el programa de evaluación estructurado por edad (ASAP) para la evaluación de stock del atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo de 2022 (SCRS/2022/125). ASAP es un modelo estadístico de captura por edad ajustado a la serie temporal de captura observada, composición por edad e índices de abundancia. Se actualizaron y revisaron las aplicaciones anteriores de ASAP para una sola flota en las evaluaciones de atún rojo del Atlántico de 2017 y 2020 y se examinaron modelos alternativos con varias flotas.

Se han desarrollado modelos ASAP multiflota para ajustar los datos de captura y estimar la selectividad de cada flota de los índices así como la flota de cerco del Mediterráneo. Los ensayos basados en flotas múltiples eran coherentes de forma retrospectiva y se ajustaban bien a los datos disponibles, con algunos patrones residuales.

El Grupo observó que debía revisarse la CAA para un enfoque multiflota pero no había tiempo suficiente para finalizar esta tarea durante la reunión. Los datos de entrada se verificarán posteriormente y, en caso necesario, se corregirán después de la reunión. El debate a continuación se refiere a la implementación de una sola flota.

ASAP se encuentra en una clase intermedia de modelos entre la complejidad de Stock Synthesis y la relativa simplicidad de VPA. Las anteriores implementaciones de ASAP para el atún rojo del este no han tenido problemas de escala, pero desde que las recientes evaluaciones de VPA han tenido problemas en la estimación de la escala, las tres clases de modelos considerados en 2022 se examinaron atentamente para ver su capacidad de determinar la escala. En el caso de VPA, se realizó mediante un perfil de la ratio de F inicial y estimando la ratio de F en tres periodos distintos. En el caso de ASAP, se realizó mediante un perfil del reclutamiento medio (**Figura 19**) y F inicial y asumiendo que no había desviaciones en el reclutamiento (**Figura 20**). Respecto a ASAP, el ejercicio demostró que la estimación del reclutamiento medio y la F inicial tenían un CV bajo (10 %).

## 3. Resultados de la evaluación

### 3.1 VPA

#### 3.1.1 Ajustes del modelo

Los resultados del ensayo 385 (**Tabla 1**, archivo de control en **Apéndice 5**) mostraron un descenso en la biomasa del stock reproductor desde la década de 1970 hasta la de 1990, permaneciendo a niveles bajos antes de mostrar un incremento desde 2010 (**Figura 21**). El reclutamiento siguió la tendencia contraria hasta 2010, cuando también comenzó a incrementarse. Tras permanecer a un nivel alto, la mortalidad por pesca para las edades 2-5 mostró una caída en 2007. Desde entonces, el nivel ha permanecido bajo. La mortalidad por pesca del grupo plus aumentó a un nivel alto en la década de 1990, antes de disminuir a finales de la década de 2000. Desde entonces, ha ido aumentando. El ajuste a los índices se consideró aceptable para la mayoría, aunque el modelo no ajustó bien WMED\_LARV, SP\_BB2 y JPN\_LL\_NEA2 (**Figura 22**).

La evaluación actual ha tenido un desempeño más estable que en la evaluación de 2017 (**Figura 23**). La evaluación actual muestra una mejora en el análisis retrospectivo de SSB y R (**Figura 24**).

#### 3.1.2 Estado del stock

Los mismos criterios que se utilizan desde 2017 para la determinación del estado del stock se han utilizado en la evaluación de 2022 para cada modelo, incluido el VPA. Esto se ha conseguido al comparar  $F_{actual}$  (media geométrica de F apical en los años 2017-2019) con estimación de  $F_{0,1}$ . En el caso de VPA, la estimación de  $F_{0,1}$  se ve ligeramente afectada por el reclutamiento asumido en los últimos años. El Grupo acordó utilizar dos escenarios diferentes. El primero era similar a 2017, para sustituir los últimos cuatro años de reclutamiento (2017-2020) con la media geométrica de reclutamiento en 2007-2016 y el segundo consistía

en utilizar la media geométrica en 1968-2016 (véase la sección 6). En ambos escenarios se halló que  $F_{\text{actual}}$  estaba por encima de  $F_{0,1}$ , lo que indicaba sobrepesca ( $F_{\text{actual}}/F_{0,1}=1,16$ ).

### 3.2 Stock Synthesis

#### 3.2.1 Ajustes del modelo

Las series temporales de estimaciones de biomasa del stock reproductor (SSB), mortalidad por pesca (se ha utilizado la tasa de explotación en biomasa como una aproximación) y reclutamiento (edad 0) para el ensayo del caso base (ensayo 16 reponderado, archivo de control en **Apéndice 6**) aparecen representadas en la **Figura 25**. La SSB mostró un marcado descenso entre 1950 y 1970 en respuesta a un aumento de la captura y la SSB se mantuvo a un nivel más bajo y relativamente estable hasta 2010. La SSB mostró un aumento constante desde 2010 hasta el final de la serie temporal en 2020.

El modelo estimaba distintos periodos de reclutamientos bajos y elevados (**Figura 25**). En concreto, el periodo anterior a 1989 mostró estimaciones más bajas de reclutamiento en comparación con el periodo 1989 - 2006. Se estimaron niveles similares de reclutamiento respecto al periodo anterior entre 2007 y 2011 y, con posterioridad, las estimaciones demostraron un alto nivel de incertidumbre, lo que indica que falta información en el modelo para comunicar el reclutamiento reciente. En particular, se estimaron fuertes reclutamientos para los años 1994 y 2003, coherentes con las señales del modelo anterior y las observaciones de investigación.

Se utilizó la tasa de explotación en biomasa como aproximación para la mortalidad en pesca como porcentaje de captura sobre biomasa. Por lo general, las estimaciones de la tasa de explotación (**Figura 25**) fueron bajas al principio de la serie temporal, pero aumentaron de forma marcada durante la década de 1980 hasta un punto máximo de mortalidad en pesca en 1997, y permanecieron elevadas hasta 2007 cuando se produjo un descenso significativo en la captura. Las estimaciones de las tasas de explotación desde 2010 han sido sistemáticamente inferiores, con una estimación de tasa de captura de año terminal en 2020 de aproximadamente el 7 % de la biomasa total.

#### 3.2.2 Estado del stock

En el caso de Stock Synthesis, la estimación de  $F_{0,1}$  (tasa de explotación) es de 0,091, asumiendo el patrón de selectividad reciente (2018-2020). La  $F$  actual (tasa de explotación) calculada como media geométrica de  $F$  durante los años 2018-2020, fue de 0,065, y la  $F_{\text{actual}}$  relativa al punto de referencia de  $F_{0,1}$  fue de 0,72, lo que indica que no se estaba produciendo sobrepesca en el stock.

### 3.3 Otros modelos

#### 3.3.1 Ajustes del modelo

##### ASAP

A diferencia del VPA, los modelos estadísticos por edad o talla, como ASAP, no asumen que la captura total o la captura por edad se conozcan con exactitud. En los debates de la reunión de preparación de datos (Anón., 2022) se observaron incertidumbres acerca del valor real de las capturas del periodo inflado (1998-2007). Se esperaba que las capturas reales pudieran ser incluso mayores que las estimadas en la serie inflada. Con el fin de investigarlo, el CV de las capturas totales se incrementó del 0,1 al 0,20. En cualquier caso, el aumento del CV de las capturas totales en 1998-2007 dio como resultado capturas previstas significativamente inferiores a las capturas infladas de todos los años de dicho periodo, y, en algunos años, incluso menores que las capturas comunicadas oficialmente. El Grupo señaló que las capturas infladas se basaban en datos y eran la mejor información disponible (Anon., 2017). El Grupo consideró que las capturas comunicadas oficialmente eran una estimación mínima absoluta. Si se supone un  $CV=0,20$  (ensayo del caso base 2, archivo de control en **Apéndice 7**) dio como resultado unas capturas totales estimadas entre la captura comunicada oficialmente y la captura inflada (**Figura 26**). El Grupo señaló que CV más elevados para el periodo inflado y capturas estimadas más bajas dan como resultado un reclutamiento para el periodo inflado que se estima inferior.

El Grupo solicitó que  $CV = 0,10$  y  $CV = 0,01$  para todos los años para su comparación con el resto de enfoques de modelación. Estos se proporcionaron al Grupo (**Figura 27**, únicamente  $CV=0,01$  se comparó con el ensayo del caso base 2). El experto externo sugirió que se intentaran estimar las capturas que superen la captura inflada en futuras evaluaciones.

El modelo ASAP de una sola flota, por lo general, se ajustó bien a los datos (**Figura 28**) y fue coherente, de manera retrospectiva, para SSB y F, aunque no para reclutamiento (**Figura 29**), si bien había patrones residuales en la composición por edad e incertidumbre en los parámetros de selectividad, en particular para el periodo reciente (**Figura 30**). Las estimaciones del modelo sugieren un cambio importante en la selectividad a finales de la década de 1990, desde la selección total de edades jóvenes y la selección parcial de edades mayores antes de 1999, y, posteriormente, la selectividad parcial de edades jóvenes y la selección total de edades mayores desde 1999. Esto resulta coherente con los cambios en la normativa así como un mayor seguimiento, control y vigilancia. Los resultados del modelo sugieren que el stock disminuyó desde la década de 1970 hasta principios de la década de 2000 para posteriormente recuperarse en la última década debido a un fuerte reclutamiento y una baja mortalidad por pesca recientemente (**Figura 31**).

Al ensayar ASAP sin el índice de larvas del Mediterráneo occidental y sin prospecciones aéreas francesas, los únicos dos índices disponibles para el mar Mediterráneo, se sugería un reclutamiento más bajo desde finales de la década de 1990, (**Figura 32**). Aunque es superior a la cifra de 1968 a 1990, las estimaciones de reclutamiento medio de 2000 a 2020 son 1,45 veces el promedio de 1968 a 1990 mientras que durante el periodo de la captura inflada, el reclutamiento medio es 2,5 veces superior al producido de 1968 a 1990.

### 3.3.2 Estado del stock

Respecto a ASAP, el Grupo acordó utilizar el ensayo ASAP con un CV del 20 % en las series de captura y la estimación de  $F_{0,1}$  es de 0,160, asumiendo el patrón de selectividad reciente (2015-2020). La F actual (media geométrica de F apical en los años 2018-2020) era de 0,087, y la  $F_{actual}$  relativa al punto de referencia de  $F_{0,1}$  era de 0,542, lo que indica que no se estaba produciendo sobrepesca en el stock.

### 3.4 Síntesis de los resultados de la evaluación

Se han aplicado tres plataformas de modelos de evaluación para realizar la evaluación del stock de atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo en 2022. Al igual que en evaluaciones anteriores, se utilizó un análisis de población virtual (VPA 2 Box), y se aplicaron dos plataformas alternativas, Stock Synthesis y el programa de evaluación estructurado por edad (ASAP) en el desarrollo de la evaluación de stock de atún rojo del este. Es la primera vez que se ha podido finalizar la evaluación utilizando tres modelos para el atún rojo del este. De esta forma nos permite comparar los resultados con plataformas que utilizan distintos enfoques para evaluar el estado del atún rojo del este.

Respecto a las comparaciones del estado del stock, el Grupo acordó que se incluyera el ensayo ASAP con un CV del 20 % (ensayo del caso base 2 de ASAP) en la serie de capturas del periodo de 1998 a 2007, que el equipo de modelación consideró el mejor modelo. Este modelo estimaba una serie de captura inferior (es decir, extracciones totales) para el "periodo inflado" (1998-2007): 5649 – 17 304 t inferior al resto de plataformas de evaluación, VPA y Stock Synthesis, que tenían un ajuste casi exacto a la captura (**Figura 26**).

Varios factores siguen influyendo en la evaluación de stock de atún rojo del este. La escasez de índices que abarquen el periodo de fluctuaciones en la captura en el Mediterráneo; incertidumbres sobre el valor real de las capturas en el periodo inflado (1998-2007); el efecto de las medidas de ordenación para obtener información sobre abundancia de juveniles y los cambios en las estrategias de pesca y la selectividad; y lagunas en la cobertura temporal y espacial de las tallas de las capturas detalladas así como estadísticas de esfuerzo de varias pesquerías, especialmente para cerqueros en el Mediterráneo y antes de la implementación de cámaras estereoscópicas en 2014.

Los tres modelos muestran tendencias similares en la SSB (**Figura 33, Tabla 9**), con un descenso progresivo en la SSB desde la década de 1970 hasta la implementación de un plan de recuperación para esta especie establecido en 2007 ([Rec. 07-04](#)). Desde finales de la década de 2000 ha habido un fuerte aumento en la SSB aunque la magnitud y la tasa difieren en los tres modelos, ya que VPA indica una menor biomasa y un aumento del stock mientras que el modelo ASAP indica el mayor aumento. La incertidumbre en la tasa y la

magnitud del aumento en la SSB pueden observarse en las tres plataformas y en los ensayos de sensibilidad en cada plataforma, especialmente en los últimos años (**Figura 33**).

La mortalidad por pesca del grupo de edad 2-5 y de peces mayores de 10 años (**Figura 33, Tabla 9**) mostraba una tendencia en aumento desde la década de 1970, aunque la F del grupo de edad 2-5 muestra un marcado descenso desde finales de la década de 1990, mientras que el grupo adulto (F de edad 10 plus) muestra un drástico descenso en la mortalidad por pesca desde el establecimiento del plan de recuperación de 2007 ([Rec. 07-04](#)). Los aumentos recientes en el TAC hasta los niveles actuales también reflejan un incremento en la mortalidad por pesca.

Los reclutamientos estimados por las tres plataformas de evaluación (**Figura 33, Tabla 9**) muestran una variabilidad considerable, sobre todo en el periodo reciente, pero, en general, hay dos periodos, uno con reclutamientos bajos antes de 1990 y uno con reclutamientos más elevados posteriormente. Cabe señalar la identificación por parte de las tres plataformas de la fuerte clase anual de 2003. Las estimaciones en los últimos años indican un claro aumento en el reclutamiento, aunque hay incertidumbre respecto a la magnitud de tal aumento, reflejada por las diferencias entre los tres modelos y la variabilidad de cada modelo. Las estimaciones de la biomasa total (**Figura 34, Tabla 9**) indican una semejanza entre Stock Synthesis y VPA en los últimos años, mientras que ASAP indica una biomasa total superior. Las series temporales de la tasa de explotación también indican, por lo general, patrones similares (**Figura 34, Tabla 9**).

El estado del stock mostrado por la relación entre la mortalidad por pesca actual y  $F_{0,1}$  indica un estado de sobrepesca en la estimación obtenido por el VPA ( $F_{\text{actual}(2017-2019)}/F_{0,1}$  con intervalos de confianza del 95 % = 1,16 (0,73 - 1,62)) en ambos escenarios de reclutamiento, mientras que Stock Synthesis ( $F_{\text{actual}(2018-2020)}/F_{0,1}$  = 0,72 (0,62 - 0,80)) usando la aproximación de tasa de explotación) y ASAP ( $F_{\text{actual}(2018-2020)}/F_{0,1}$  = 0,54 (0,48 - 0,60)) indican que no se está produciendo la sobrepesca. Los distintos modelos mostraban una relativamente amplia gama de estado del stock en relación con el nivel de referencia  $F_{0,1}$ . El Grupo tendrá en cuenta las fortalezas y las debilidades de cada plataforma de modelación al presentar el estado del stock para el Resumen ejecutivo.

#### 4. Primeros comentarios de la revisión independiente

El revisor externo, Dr. Ianelli, expuso sus comentarios tanto sobre la evaluación de stock del atún rojo del este como del proceso de la MSE (SCRS/2022/132), basados principalmente en el progreso en la reunión de preparación de datos sobre atún rojo del este (Anón., 2022), y destacó los problemas relacionados con los datos de captura, los índices, los supuestos biológicos y otros problemas con otras plataformas de modelación.

El Grupo agradeció al revisor su participación en el proceso y sus perspectivas hasta ahora, ya que servirán para que el Grupo debata los distintos problemas y tome decisiones de manera oportuna con el fin de mejorar la evaluación final y el asesoramiento de ordenación asociado. La participación directa también representa una oportunidad para que el revisor aclare cualquier punto con el Grupo. Como se resume a continuación, el Grupo debatió varios temas.

El Grupo también debatió cómo se podrían especificar mejor los bloques temporales en la selectividad en Stock Synthesis, por ejemplo, en el caso de las flotas de cebo vivo, o si hay un efecto de objetivo de cohortes. El revisor reconoció que es un tema fundamental; sugirió examinar los análisis ASAP e hizo mención a un taller de CAPAM (Centro para el Avance de la Metodología de Evaluación de Poblaciones) sobre este tema. El revisor afirmó su preferencia por enfoques más estadísticos, aunque reconoció que si se usan distintos enfoques se puede aprender de sus diferencias.

Uno de los problemas fundamentales con los datos está relacionado con la escala absoluta de las extracciones durante el periodo de "captura inflada". El Grupo señaló que las estimaciones actuales de ASAP son inferiores a las mejores estimaciones de ICCAT que se han asumido para su introducción en las plataformas VPA y Stock Synthesis (basadas en estimaciones de capacidad históricas), y sugirió que la importancia o no de la incertidumbre en torno al total de extracciones podría comprobarse en la MSE.

En 2021, la evaluación de atún rojo del oeste fue fuertemente criticada por el revisor en ese momento porque no se estaba teniendo en cuenta la mezcla (Maunder, 2021). El Grupo aclaró que la mezcla también

afectaría a esta evaluación, pero se consideró un problema menor, como sugieren los esfuerzos de la MSE hasta ahora y los ensayos históricos de VPA que incluyen la mezcla. Esto se debe a que solo una pequeña parte del stock oriental se captura en la zona occidental en comparación con la zona oriental (por lo que no se tiene en cuenta en esta evaluación oriental), y un porcentaje bajo/insignificante de ejemplares originarios del oeste se capturan en la zona oriental (que parecen no afectar a las tendencias de stock orientales).

Se recordó al Grupo que el marcado electrónico no ha revelado una migración importante de ejemplares originarios del oeste a la zona oriental. Además, al analizar el stock de origen en las muestras del stock oriental, las bajas proporciones de stock occidental observadas están por lo general dentro de las tasas de error de asignación para los distintos métodos de asignación (genética y química de otolitos).

El Grupo también se preguntó si los supuestos efectos insignificantes de la mezcla para la evaluación del stock oriental podrían ser más importantes en periodos anteriores, cuando la proporción de capturas en la zona occidental era superior en comparación con la captura en la zona oriental. Esto podría tener alguna influencia en la tendencia de la abundancia del stock oriental. No obstante, el Grupo señaló que no se podría asignar de manera fiable dichas capturas a ninguno de los stocks, y que la conclusión del VPA histórico de stock mezclado fue que la mezcla no era una fuente de sesgo en las estimaciones de biomasa para el stock oriental.

Por último, según la revisión inicial, aunque hay distintos problemas en los que estudiar y trabajar en el futuro, no hay ningún impedimento serio para continuar con la evaluación en esta fase. Se señaló que el revisor proporcionará una revisión final de todo el proceso en el grupo de especies de septiembre.

## 5. Temas relacionados con la evaluación de estrategias de ordenación

El Grupo recibió el documento SCRS/2022/126 sobre las actualizaciones en el procedimiento de ordenación de candidatos (CMP) de BR. Se han realizado ligeras modificaciones en la ponderación de los índices, y se han desarrollado variantes adicionales de la CMP en respuesta a las peticiones realizadas durante la segunda reunión intersesiones de la Subcomisión 2 sobre la MSE para el atún rojo (9-10 de mayo de 2022) (por ejemplo, calibraciones alternativas, restricciones del cambio de % de TAC, incluyendo un periodo de introducción, duración del ciclo de ordenación). El Grupo señaló que VarC (variación en el TAC (%)) debe recalcularse para cualquier variante con un ciclo de ordenación de 3 años, ya que los valores actuales de VarC se basan en los cambios en el TAC cada dos años.

Tal y como se debatió anteriormente con la Subcomisión 2, el SCRS tiene previsto seguir ajustando el desempeño de cada CMP para dirigirse directamente a los umbrales que la Subcomisión 2 ha identificado para el desempeño de la biomasa ( $LD^*$ : merma más baja (es decir, la SSB relativa a la  $SSB_{RMS}$  dinámica) en los años 11-30 del periodo de proyección; umbral actual de  $LD^*_{15}=0,40$ ) y la probabilidad de situarse en el cuadrante verde del diagrama de Kobe (PGK; umbral actual de  $PGK=0,60$ ). Esta calibración del desempeño se realiza para conseguir los umbrales que la Subcomisión 2 ha establecido a la vez que se mejora el rendimiento. Se prevé que los CMP que tengan un desempeño de la biomasa más alto ( $LD^*$ ) y unas probabilidades más altas en la zona verde del diagrama de Kobe (PGK) durante la calibración del desarrollo serán capaces de aumentar sus resultados de rendimiento cuando se calibre su desempeño.

Un desarrollador de CMP presentó los resultados de los CMP de BR calibrados únicamente para niveles alternativos de  $LD^*$  ( $LD^*_{15} = 0,4$ ,  $LD^*_{12}=0,4$ ,  $LD^*_{10}=0,4$ ) como ejemplo inicial del proceso de calibración del desempeño. Se consideró que  $LD^*$  era útil para la calibración del desempeño y el porcentaje de objetivo de  $LD^*$  determinaría en qué medida el CMP debería ser agresivo. No obstante, el análisis no calibró PGK, otro criterio de umbral, por lo que podría ser necesario también considerar este objetivo de estado. Si se calibra únicamente a  $LD^*_{15}=0,4$  podría no llegarse al PGK a un 60 % por lo que esto debería considerarse en una calibración del desempeño posterior. Se encontró una relación relativamente lineal entre los valores de la mediana occidental y oriental de Br30 (Br (es decir, ratio de la biomasa, o SSB relativa a la  $SSB_{RMS}$  dinámica) después de 30 años) para los valores de  $LD^*$  entre  $LD^*_{10}$  y  $LD^*_{15}$ , lo que indica que los resultados de calibración a los distintos valores de  $LD^*$  podrían estimarse de manera razonable mediante interpolación.

El CMP calibrado de manera más agresiva para  $LD^*$  experimentó una mayor variabilidad en las capturas y un rango más amplio para el Br30 previsto (es decir, estabilidad reducida y un mayor riesgo). El análisis

incluía diagramas de gusano para cada variante del CMP para OM individuales con el fin de mostrar la posible variabilidad en la captura y en las trayectorias de la biomasa, y el Grupo acordó que los diagramas de gusano son una manera eficaz de ilustrar por qué la variabilidad elevada puede ser indeseable. El Grupo también señaló que el análisis reflejaba la compensación entre la seguridad del stock oriental y la captura de la zona occidental. Durante el desarrollo del proceso de calibración, donde los CMP se calibraron con objetivos en la mediana de Br30, se consideró que el desempeño mejoraba cuando el objetivo de la mediana de Br30 del stock oriental era superior al objetivo de la mediana de Br30 del stock occidental (1,5, 1,25, respectivamente). No obstante, en esta calibración del desempeño inicial para LD\*, la mediana de Br30 fue superior para el stock occidental e inferior para el stock oriental. Esto podría contrarrestarse utilizando distintas probabilidades de LD\* para las zonas oriental y occidental si esto resulta aceptable para la Subcomisión 2.

Uno de los copresidentes-presentó resultados actualizados y compilados por el consultor de la MSE (SCRS/P/2022/047), entre los que se incluía una visión general de las herramientas Shiny App actuales y nuevas estadísticas de desempeño. El Grupo debatió los requisitos en cuanto a datos para finalizar los cálculos estadísticos de desempeño, incluido C1. Los datos de captura para 2021 deben enviarse a la Secretaría antes del 31 de julio de 2022, pero, por lo general, los índices no se actualizan hasta la reunión del grupo de especies de finales de septiembre. Se propuso que los desarrolladores de índices hagan todo lo posible para proporcionar sus índices actualizados antes del 15 de agosto de 2022, de forma que los desarrolladores cuenten con ellos antes de la segunda reunión intersesiones del Subgrupo técnico sobre MSE para el atún rojo (5-9 de septiembre de 2022). Si los índices no están disponibles a tiempo, los desarrolladores del CMP podrían utilizar en su lugar los valores de índice previstos (es decir, los predichos por los OM).

El Grupo señaló que los diagramas de trayectoria de biomasa y captura deberían presentarse también por separado para los niveles de reclutamiento 1, 2 y 3, de forma que no se mezcle el comportamiento del CMP con el escenario de reclutamiento.

Al debatir los impactos de la introducción progresiva del cambio de TAC del +20 %/-10 %, el Grupo reconoció que no había un gran efecto sobre el estado de la mediana, pero sí una ligera reducción de los valores de la distribución de cola de Br30, así como una ligera penalización del rendimiento a largo plazo. Un participante advirtió que si la introducción se aplica durante los dos primeros ciclos de ordenación, pero la MSE se recondiciona en cinco o seis años, las disposiciones de estabilidad regular del MP no se habrán aplicado plenamente antes de volver a examinarlo y evaluarlo. La decisión de adoptar la disposición de introducción progresiva por defecto para los CMP debería ser tomada por la Subcomisión 2 en julio para facilitar el desarrollo de los CMP.

Tuvo lugar un largo debate sobre la conveniencia de utilizar un ciclo de ordenación de dos o de tres años. Se probó un ciclo de ordenación de tres años para dos CMP: BR y TC. Los resultados de las variantes del CMP BR calibrados a un valor común de LD\*15 se muestran en la Tabla 3 del **Apéndice 8**. El ciclo de tres años fue más lento a la hora de reaccionar a las señales de disminución del TAC y, por lo tanto, tuvo un estado de biomasa inferior al percentil 50 (Br30) y una AvC30 (mediana del TAC (t) en los años 1 a 30) ligeramente reducida, junto con una variabilidad ligeramente mayor en los cambios del TAC. Para compensar, el SCRS exploró mayores reducciones de TAC admisible (+20 %/-35 % de estabilidad) que mejoraron ligeramente el estado de Br30 para los stocks del este y del oeste. El desempeño fue solo ligeramente inferior y las consideraciones prácticas (estabilidad, reducción de la carga administrativa) podrían respaldar un ciclo de ordenación de tres años. Esta decisión debería ser tomada por la Subcomisión 2 en julio para facilitar el desarrollo del CMP y el SCRS señala que la aplicación de esta medida llevará mucho tiempo a todos los desarrolladores.

También se planteó que el ciclo de ordenación de tres años puede ser más robusto ante la falta de datos del índice. Se señaló que la falta de datos del índice no es necesariamente una razón para utilizar un ciclo de ordenación más largo, ya que los CMP se han diseñado con medias móviles para manejar fácilmente los datos que faltan (por ejemplo, sustituyéndolos por un valor nulo o el valor anterior) independientemente del ciclo de ordenación.

En la reunión de mayo de 2022 de la Subcomisión 2 se pidió al SCRS que evaluara una disposición de estabilidad simétrica del +20 %/-20 %, frente a los valores +20 %/-30 % por defecto. La opción +20 %/-20 % tardó más en implementar las disminuciones de TAC necesarias y, por tanto, presentaba un rendimiento

y un desempeño de la biomasa inferiores (es decir, un mayor riesgo) (Tabla 4 del **Apéndice 8**). El SCRS aún no ha evaluado el +20 %/-20 % con un ciclo de tres años, pero espera que el rendimiento sea peor, ya que ni siquiera el +20 %/-30 % tuvo un rendimiento satisfactorio en términos de los requisitos acordados para  $B_{LIM}$  (un punto de referencia límite de la biomasa; el 40% de la  $SSB_{RMS}$  dinámica a efectos de la MSE). No obstante, si la Subcomisión 2 requiere disposiciones de estabilidad simétricas por consideraciones prácticas, el SCRS recomienda que esta decisión se tome en la reunión de julio para facilitar el desarrollo posterior del CMP.

Un desarrollador de CMP presentó los cuatro CMP de tipo FZ, y el Grupo decidió proceder con el CMP FO por el momento, basándose en el mejor desempeño según los diagramas de tipo *patchwork* y la estructura más sencilla de este CMP sin alisador.

El copresidente presentó el resumen actualizado de cuatro páginas de los resultados de la MSE que se presentará en la reunión de la Subcomisión 2 de julio (**Apéndice 8**). Este resumen incluye información de contexto para cada uno de los puntos de decisión del orden del día de la Subcomisión 2. Será fundamental obtener aportaciones de la Subcomisión 2 en la reunión, previendo que en septiembre este Grupo deberá recomendar un número gestionable de CMP con múltiples niveles de calibración para presentarlos a la Subcomisión 2 en octubre.

El Grupo recibió una presentación sobre una nueva herramienta que calcula automáticamente los TAC de cada CMP para los tres primeros ciclos de ordenación de dos años basándose en los valores de índice introducidos por el usuario. El Grupo estuvo de acuerdo en que la herramienta podría ayudar a las CPC y a las partes interesadas a entender cómo funcionan los CMP y cómo influyen en el TAC los valores de los índices. Si es posible, el desarrollador de la herramienta hará circular una versión perfeccionada a lo largo de la semana para que pueda ser compartida con la Subcomisión 2.

El Grupo debatió sobre las posibles vías para recibir comentarios adicionales de las CPC y de las partes interesadas entre la reunión de la Subcomisión 2 de julio y septiembre de 2022. Se consideró la posibilidad de realizar una encuesta, pero se consideró demasiado problemático en varios aspectos. El presidente del SCRS manifestó su acuerdo en que las reuniones de embajadores han demostrado ser un lugar eficaz para el intercambio de información. Todo el mundo puede expresarse y hacer las preguntas que quiera, y el diálogo va en ambas direcciones: de las partes interesadas/CPC al SCRS y viceversa. Sin embargo, las reuniones de embajadores no son un medio oficial para obtener los comentarios de las partes interesadas y eso sigue siendo competencia de cada CPC. El Grupo intentará convocar más reuniones de embajadores, en torno a finales de julio y seguramente también a principios de octubre, si es posible. Naturalmente, los científicos de las CPC pueden iniciar debates con las partes interesadas en cualquier momento.

El Grupo tomó nota de que, el asesoramiento sobre el TAC para 2023 se proporcionará sobre la base de la MSE, aunque la evaluación actual del atún rojo del este será la que formule el asesoramiento científico. Se incluirá un texto en el encabezamiento del resumen ejecutivo del SCRS, en el que se indicará que la adopción de un MP es la prioridad, y que el asesoramiento en materia de ordenación se ofrece en caso de que la Comisión no adopte un MP en su reunión de este año. Se proporcionará un asesoramiento de contexto similar para el atún rojo del oeste.

## 6. Proyecciones y asesoramiento en materia de ordenación

El Grupo decidió revisar las proyecciones preliminares a corto plazo de cada modelo de evaluación de stock. El Grupo recomendó que las configuraciones de las proyecciones de los diferentes modelos deben ser comparables en la medida de lo posible. Las proyecciones se realizaron para el periodo comprendido entre 2021 y 2024 con  $F_{0,1}$  en 36.000 t, asumiendo el TAC actual de 36.000 t para ambas capturas en 2021 y 2022. En todas las proyecciones se asumieron los mismos valores para la mortalidad natural, la madurez por edad y peso por edad/talla que los utilizados en las evaluaciones de stock (**Tabla 10** para VPA, **Tabla 11** para Stock Synthesis y **Tabla 12** para ASAP). Para proporcionar la incertidumbre de cada estimación, VPA utilizó 500 iteraciones de bootstrap, Stock Synthesis utilizó 500 iteraciones de MVLN (enfoque lognormal multivariado Walter y Winker 2019), y ASAP utilizó 500 iteraciones de MCMC.

Los requisitos clave para las proyecciones son abordar las principales fuentes de incertidumbre de cada modelo en relación con las estimaciones recientes de reclutamiento. Esto implica dos decisiones: la primera

es qué reclutamiento proyectar hacia adelante en el tiempo y la segunda si los reclutamientos estimados por el modelo son fiables o deben ser sustituidos o "parcheados" para el pasado con valores supuestos. El Grupo revisó los diagnósticos de los modelos, especialmente los patrones retrospectivos y los intervalos de confianza sobre las desviaciones del reclutamiento para determinar los períodos de tiempo (señalados a continuación para cada modelo) en los que el reclutamiento parecía estimarse de forma fiable para informar sobre los períodos de tiempo parcheados.

Períodos de tiempo para el parche aplicado para el VPA para los años 2017-2020, un parche de cuatro años similar al de la evaluación de stock de 2017. Los años para los promedios de reclutamiento fueron un promedio para un periodo largo (1968-2016) y un promedio para un periodo corto (2007-2016) (**Figura 35**, SCRS/P/2022/043). La justificación del promedio para un periodo corto se basa en el supuesto de que es probable que el reclutamiento futuro sea similar al de los 10 años recientes, que se estima relativamente alto, y de que la evaluación actual mejora los resultados en el análisis retrospectivo de R en comparación con la evaluación de stock de 2017 (Anón., 2017) (**Figura 23**). No obstante, el reclutamiento para estos años es muy incierto y el Grupo consideró que una hipótesis igualmente plausible podría ser que el reclutamiento volviera al promedio para un periodo largo (1968-2016), un supuesto similar al escenario de reclutamiento "medio" que se suele plantear para el atún rojo del este (Anón. 2013 y 2015). Se consideraron otros escenarios de reclutamiento, pero el Grupo no los eligió. El Grupo recomendó ponderar por igual los reclutamientos para un periodo largo que los reclutamientos para un periodo corto en las proyecciones, el estado del stock y el asesoramiento de ordenación.

Para Stock Synthesis, se sustituyeron los reclutamientos para los años 2012 a 2020, ya que las desviaciones del reclutamiento se superponían en cero durante casi todo el período, lo que indicaba que había una incertidumbre sustancial en el reclutamiento estimado (**Figura 18**). Esto se logró al no estimar las desviaciones de reclutamiento para estos años y fue una intervención bastante grande en el modelo. Se realizaron ensayos del modelo con y sin esta desviación del reclutamiento que indicaron que el modelo convergía en una solución muy similar. Para el reclutamiento proyectado, Stock Synthesis utilizó la media a largo plazo (R0) bajo el supuesto de que es probable que el reclutamiento futuro sea similar a la media a largo plazo.

Para ASAP, se recomendaron dos opciones de reclutamiento. La primera fue utilizar la serie temporal completa (1968-2020) y la segunda una serie temporal truncada (1968-2012) para el reclutamiento futuro. Para la serie truncada se utilizó la media de 1968-2012 para los años 2006-2020. La justificación de toda la serie temporal fue similar a la del VPA y a la de Stock Synthesis bajo el supuesto de que el reclutamiento a corto plazo sería similar a la media a largo plazo. La segunda fue utilizar la serie truncada para evitar el uso de las estimaciones de reclutamiento en los años en los que el patrón retrospectivo en el reclutamiento parecía sustancial (**Figura 29**). Para ser comparable con los otros dos modelos de evaluación de stock, se utilizó el modelo ASAP con un CV de capturas del 1 % para los ejercicios de proyección. El Grupo también revisó la proyección de ASAP con un CV del 20 %.

A continuación se resumen las principales configuraciones de proyección de cada modelo:

Modelo (número)	Capturas (t) para 2021 y 2022	Parche (años)	Selectividad (años)	Reclutamiento (años)
Ensayo 385 del VPA	36.000 y 36.000	2017-2020	2017-2019	2007-2016
Ensayo 385 del VPA	36.000 y 36.000	2017-2020	2017-2019	1968-2016
Ensayo 16 reponderado de SS3	36.000 y 36.000 Las capturas por flota se obtuvieron mediante la tasa media de capturas (2018-2020) por flota	2012-2020	2017-2020	Media a largo plazo (R0)

Captura ASAP; CV 1 % y 20 %	36.000 y 36.000	2017-2020	2015-2020	1968-2020
Captura ASAP; CV 1 % y 20 %	36.000 y 36.000	2006-2020	2015-2020	1968-2012

### **Resultados de las proyecciones, estado del stock y recomendaciones de ordenación**

El Grupo revisó los resultados de las proyecciones a corto plazo para cada modelo (**Figuras 36-38**) en  $F_{0,1}$  y 36.000 t. Las determinaciones del estado del stock con respecto a la mortalidad por pesca y las recomendaciones de ordenación se finalizarán en la reunión del Grupo de especies de septiembre. Para aportar información al estado del stock, el Grupo recomienda que se consideren los resultados de los tres modelos y que la decisión final se tome en septiembre. En aras de la continuidad, el Grupo recomienda que se proyecte únicamente el VPA para considerar el asesoramiento cuantitativo sobre el TAC para la matriz de estrategia de Kobe 2 (K2SM).

Cualquier recomendación sobre el TAC que el SCRS pueda proporcionar finalmente sobre la base de esta evaluación dependerá en gran medida de la escala de biomasa absoluta estimada por los modelos. Uno de los principales impedimentos para estimar la escala absoluta de la población son las capturas ilegales, no declaradas y no reglamentadas que, si no se pueden cuantificar y tener en cuenta en la evaluación científica, dan lugar a subestimaciones del rendimiento total y a la incapacidad de estimar puntos de referencia fiables relacionados con el RMS. Por ejemplo, la escala de la población estimada por los modelos depende en gran medida de la magnitud supuesta de las "capturas infladas" a finales de la década de 1990 y principios de la de 2000. El Grupo es consciente de que la pesca IUU, no cuantificada, que se está produciendo actualmente, representa un serio impedimento para poder determinar la productividad del stock y proporcionar un asesoramiento fiable sobre el TAC. Como respuesta a esto, se insta a que se identifique y cuantifique la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (IUU) para que el SCRS pueda proporcionar un asesoramiento más preciso sobre las capturas basadas en la biomasa y obtener una comprensión científica más exacta de la productividad del stock.

### **7. Secciones del proyecto de resumen ejecutivo**

Debido a la falta de tiempo, el Grupo no revisó el Resumen ejecutivo. Los copresidentes trabajarán en el proyecto en el periodo entre sesiones, y dicho proyecto se debatirá durante la próxima reunión del Grupo de especies de atún rojo (20-21 de septiembre de 2022).

### **8. Actualización sobre las actividades del GBYP**

El coordinador del GBYP realizó una presentación (SCRS/P/2022/049) para informar al Grupo sobre las recientes actividades y resultados del GBYP, así como sobre sus planes futuros. Actualmente, el GBYP está desarrollando sus fases 11 y 12 en paralelo (parcialmente). La fase 11 finalizará el 31 de agosto de 2022, y la fase 12, en marzo de 2023. El coordinador también informó al Grupo de que el sistema de financiación de la UE ha cambiado, de que se esperan nuevos cambios, lo que no sólo afectará al GBYP, sino también a otros programas científicos de ICCAT.

Con respecto a la gestión de datos, se han realizado esfuerzos conjuntos en la Secretaría para desarrollar tanto una base de datos de marcado electrónico (ETAGS) como una base de datos biológicas. El experto externo que asesorará sobre la ETAGS ya ha sido contratado por el GBYP y en septiembre de 2022 se presentará un informe de situación. Ya se han iniciado los primeros pasos para el diseño de la base de datos biológica.

Los despliegues de marcado electrónico se han logrado en última instancia gracias a la colaboración formal con los equipos nacionales, tanto en el Atlántico como en el Mediterráneo, lo que ha reducido considerablemente los costes operativos. En junio se llevó a cabo una campaña de marcado en el mar de Levante y se colocaron 13 marcas. A lo largo de 2022 está previsto desplegar otras 51 marcas, en estrecha colaboración con 11 instituciones. Se señaló que se han observado importantes mejoras en los tiempos de

retención de las marcas y en las tasas de recuperación de estas, lo que permitirá mejorar las matrices de movimiento utilizadas en la MSE. Se pidió de nuevo al Grupo que hiciera aportaciones para definir las prioridades de marcado. Se reconoció que ya se han proporcionado algunos comentarios sobre cuestiones de marcado electrónico a través del documento Aarestrup et al., (2022), pero se solicitaron más aportaciones del BFTSG. Se informó al Grupo de que pronto se organizará un taller global sobre metodologías de marcado electrónico.

En cuanto a los estudios biológicos, se han completado los muestreos y análisis biológicos de la fase 11, y el informe final estará disponible en breve en la página web del GBYP. Pronto se lanzará una nueva convocatoria de ofertas, que se centrará en la provisión de conclusiones sólidas sobre la estructura y la mezcla de stocks, basadas en toda la información recopilada durante la última década. Se pidió al Grupo su asesoramiento para definir las prioridades de investigación para futuros estudios. También se informó sobre el taller de coordinación de esfuerzos en materia de muestreo biológico, que se organizará en 2022 o 2023. En cuanto a los estudios relacionados con el parentesco estrecho, el coordinador informó al Grupo sobre sus progresos y le recordó una serie de pasos acordados y sus plazos asociados. Se recordó que el objetivo inmediato es elaborar un plan de trabajo concreto y realista, que incluya un análisis de costes, para presentarlo en las sesiones plenarias del SCRS y a la Comisión para su aprobación en 2023.

En cuanto a los índices independientes de las pesquerías, está previsto realizar un taller de prospección larvaria en la segunda parte del año. Recientemente se ha proporcionado asesoramiento a los científicos turcos sobre la identificación de las larvas de atún rojo y, una vez que se disponga de los datos de la prospección de larvas de 2018 y 2019, se proporcionará más asesoramiento para el equipo nacional genere índices preliminares de larvas para el Mediterráneo oriental. En cuanto a las prospecciones aéreas, se dispone de los resultados de los análisis de la prospección de 2021 en el mar Balear y se ha facilitado al Grupo el valor del índice de 2021. Las campañas de 2022 se han llevado a cabo con éxito en el Mediterráneo occidental y central y el análisis estará terminado para el próximo año. El trabajo sobre modelación del hábitat para permitir un análisis fiable basado en el modelo de los resultados globales de las prospecciones aéreas continuará también este año.

En cuanto a los enfoques de modelación, el GBYP ha seguido prestando un apoyo considerable al proceso de la MSE. Ha integrado los resultados de las diferentes prospecciones y de la investigación en un marco de modelación de stock mixtos que aborda formalmente las principales fuentes de incertidumbre identificadas por las evaluaciones. Además, ha financiado la revisión externa de la evaluación de stock de atún rojo del este. Los planes futuros también incluyen el apoyo para el desarrollo de modelos alternativos/mejorados de evaluación de stock.

Por último, el coordinador presentó un resumen de las actividades de la fase 12. Además, presentó un resumen de posibles actividades a medio plazo, con el fin de mejorar la eficacia del GBYP y adaptarlo a un posible escenario futuro de fondos decrecientes. Estas actividades incluyen un cambio progresivo del suministro de datos básicos a la gestión/análisis de datos y la coordinación de las actividades, en estrecha colaboración con las CPC como principales proveedoras de datos.

El Grupo se interesó por los nuevos resultados de la prospección aérea de 2021 y el coordinador explicó que ya están disponibles, pero que deben tomarse con cautela debido a algunos cambios en relación con las prospecciones anteriores, como el cambio de los observadores profesionales y científicos, y el hecho de que, siguiendo las recomendaciones de los expertos externos que revisaron las prospecciones aéreas del GBYP, la prospección cubrió una zona de muestreo ampliada y se probó un sistema automatizado para la toma continua de imágenes a lo largo de los transectos, lo que cambió un poco las fechas de la prospección. Por eso recomendó seguir trabajando en la modelación del hábitat, que tendría en cuenta los efectos medioambientales. Por defecto, los puntos de datos científicos se conservan para su uso, a menos que se pueda determinar empíricamente que ha ocurrido algo excepcional que justifique la eliminación de dicho punto de datos. Si bien el Grupo expresó su preocupación por los cambios que pueden haber ocurrido en la superposición de la prospección con la distribución de los peces en 2021, la decisión sobre cómo tratar el índice se tomará en la reunión del Grupo de especies de septiembre sobre la base de una revisión de la información empírica que debe presentarse a la reunión del subgrupo técnico sobre la MSE para el atún rojo en septiembre para su consideración inicial.

El Grupo reconoció que últimamente se ha producido un gran avance en el GBYP, concretamente en lo que se refiere al cambio de prioridades desde la recopilación de datos hacia la consolidación de resultados. El

debate también puso de manifiesto que, tras 11 años de un programa dedicado, que absorbe una cantidad sustancial de recursos financieros, es necesario explorar vías alternativas para apoyar las actividades básicas realmente necesarias, ya que el principal patrocinador ha anunciado en varias ocasiones una reducción del presupuesto en las fases futuras. El Grupo reiteró la necesidad de garantizar la continuidad de la financiación. Se reconoció que el apoyo al GBYP a través de la contribución voluntaria no es sostenible debido a la disminución de los fondos globales y a la cantidad desproporcionada de fondos dedicados a la investigación del atún rojo en comparación con otros Grupos del SCRS.

Por ello, se recomendó buscar otras fuentes de financiación, además de las contribuciones voluntarias, preferiblemente a través del presupuesto ordinario de la Comisión. Aunque el presupuesto científico ha aumentado considerablemente en los últimos años como parte del presupuesto ordinario de la Comisión, se sugirió que se enviara una declaración clara a través del SCRS a la Comisión para que lo aumente aún más hasta un nivel más cercano a la solicitud del SCRS. Garantizar un presupuesto estable en el tiempo permitiría planificar mejor las actividades a medio y largo plazo. También se destacó la necesidad de definir mejor las prioridades de investigación a nivel del SCRS, así como la importancia de incluirlas dentro del nuevo plan estratégico del SCRS. Además, hay que mejorar las propuestas de financiación, con prioridades y resultados claramente definidos. El Grupo también identificó la necesidad de encontrar formas de comunicar mejor con los gestores, con el fin de mostrar cómo se han gastado los fondos, pero sobre todo cómo contribuyen a mejorar la recopilación de datos (que de otro modo no estarían disponibles) y a llenar las lagunas de conocimiento con el objetivo de proporcionar un asesoramiento de ordenación científico más fiable y sólido.

También se reconoció que las CPC deberían asumir una parte de las actividades que actualmente se realizan a través de la financiación del GBYP, incorporándolas a sus programas nacionales. Sin embargo, se hizo hincapié en que el GBYP podría tener un papel importante a la hora de garantizar que éstas estén bien coordinadas y sigan la misma línea de prioridades, previamente definida por el SCRS. Se reconoció claramente el posible papel de GBYP en la coordinación, especialmente en lo que respecta al muestreo biológico.

Se anunció que el taller del GBYP sobre planificación de la investigación y muestreo ya se ha programado para finales de 2022/principios de 2023, con el fin de mejorar la coordinación de las actividades de muestreo. A este respecto, se hizo una referencia especial al compromiso de la Secretaría con el Grupo de coordinación regional de grandes pelágicos de la UE (RCGLP), que es el organismo, dentro del marco de recopilación de datos de la UE, responsable de coordinar la recopilación de datos regionales/temáticos entre los Estados miembros de la UE, así como con los usuarios finales (es decir, ICCAT y otras OROP).

## 9. Recomendaciones

El Grupo formuló varias recomendaciones:

- El Grupo recomendó que se sigan desarrollando índices de abundancia independientes de la pesquería y basados en métodos acústicos, teniendo en cuenta la representatividad de las prospecciones. Actualmente hay varios grupos de investigación que trabajan en la evaluación acústica del atún rojo del Atlántico. Debería desarrollarse la cooperación entre las distintas iniciativas.
- El Grupo recomienda que se desarrollen nuevos índices de abundancia en el mar Mediterráneo (por ejemplo, el índice de larvas del mar de Levante y el índice de las pesquerías de almadrabas de Cerdeña), ya que es allí donde se realiza la mayor parte de las capturas de atún rojo y, sin embargo, existen muy pocos indicadores de abundancia.
- El Grupo reiteró la necesidad de revisar la distribución histórica de tallas de otras flotas de cerco y de otras zonas, como el sur del Mediterráneo y el mar de Levante.
- Observando que la recogida, el tratamiento y determinación de la edad de las muestras podrían reducir la incertidumbre en el asesoramiento proporcionado a los gestores, el Grupo recomienda que se refuerce la coordinación entre los diferentes equipos de los CPC que trabajan en estas cuestiones y el GBYP, con el fin de proporcionar datos sobre talla por edad a partir de las lecturas de las partes duras, o de informar sobre las muestras que poseen.
- El Grupo recomienda que continúen los estudios piloto, lo que incluye el análisis de viabilidad y la planificación de la recuperación de marcas para estudios sobre parentesco estrecho para el atún rojo del Atlántico este y del Mediterráneo, y que se priorice una revisión para la implementación

operativa de la recuperación de marcas para parentesco estrecho tan pronto como sea técnica y logísticamente viable.

- El Grupo recomienda que se vuelvan a examinar las series de capturas históricas no declaradas y, a nivel más general, que se determine la incertidumbre de estas series para desarrollar un conjunto de series de capturas potenciales que puedan utilizarse en futuras evaluaciones.

## 10. Otros asuntos

En el documento SCRS/2022/127 se presentaba la mortalidad natural (M) del atún rojo del este y de dos especies de atún similares, el atún rojo del Pacífico y el atún rojo del sur. En la evaluación de stock de atún rojo del este y/o en la evaluación de la estrategia de ordenación (MSE) se utilizaron tres tipos de supuestos de mortalidad natural: valores fijos en todas las edades, un vector específico por edad y una curva suavizada decreciente reescalada con la función de mortalidad de Lorenzen. El actual supuesto de mortalidad natural es más lógico que los anteriores. Sin embargo, tanto el parámetro M utilizado para el atún rojo del Atlántico como para el atún rojo del Pacífico se basó parcialmente en los supuestos de M del atún rojo del sur (SBT). Se sugiere mejorar el reciente supuesto de M mediante experimentos en lugar de tomar como referencia los supuestos planteados para el SBT. Es necesario continuar la investigación biológica para estimar la mortalidad natural del atún rojo del Atlántico.

El Grupo agradeció la amplia información resumida sobre M para el atún rojo del Atlántico, y alentó a la participación de los autores en los programas de investigación actuales sobre este tema. Se observó que algunos de los parámetros de M incluidos en la tabla resumen del documento, en particular para las primeras fases de la MSE para el atún rojo del Atlántico (2015/2017), deberían eliminarse, ya que sólo eran desarrollos preliminares del proceso de MSE, no se utilizaban para el asesoramiento o la evaluación y podían informar erróneamente a los lectores. Además, se aclaró que para el SBT y el BFT del Atlántico las estimaciones de M incluían el parámetro o los parámetros de senescencia de las edades más avanzadas para evitar estimaciones poco realistas de la biomasa acumulada del grupo plus en los modelos de población. El Grupo señaló que el valor de la combinación de las marcas acústicas junto con un conjunto de receptores es excepcionalmente potente para obtener estimaciones de la mortalidad natural. Las estimaciones actuales de M de atún rojo del Atlántico para las edades más avanzadas provienen de estimaciones obtenidas mediante marcas acústicas (Block et al., 2019).

El Grupo observó que para el atún rojo del Atlántico existen estimaciones relativamente muy buenas de M para las edades más avanzadas a partir de los programas actuales de investigación de telemetría acústica de Canadá y de los estudios de la Universidad de Stanford (Estados Unidos) (Block et al. 2019). Todavía es necesario validar M para las edades más jóvenes en particular; y los estudios de marcas o las estimaciones genéticas de parentesco cercano, junto con el marcado acústico de los juveniles son probablemente las mejores áreas de investigación para lograr estos objetivos. Además, se señaló que las estimaciones de M basadas en las tasas de consumo bioenergético y las interacciones ecológicas para el atún rojo serían difíciles de conseguir debido a los limitados datos disponibles. Por último, el Grupo también señaló la necesidad de que los científicos continúen con la investigación sobre las estimaciones de M para los túnidos y otras especies de ICCAT y acogió con satisfacción el interés de los autores por colaborar en estos proyectos de investigación dentro del SCRS.

El objetivo del trabajo presentado en SCRS/2022/103 era aplicar el análisis de incrementos marginales (MIA) y el análisis de bordes marginales (EA) para determinar el momento de la deposición de las bandas. El MIA también se realizó mediante modelos aditivos generales. Los resultados indicaron que la banda opaca comienza a formarse en julio y termina de formarse en noviembre. A partir de finales de año y principios del siguiente hay un mínimo crecimiento del borde marginal, y es cuando se empieza a formar la banda translúcida que alcanza su máximo desarrollo en junio. Los MIA y EA mostraron que el anillo se forma en noviembre en el otolito del atún rojo del Atlántico.

Teniendo en cuenta las conclusiones del trabajo, según las cuales el actual criterio de ajuste del 1 de julio se ajustará al 30 de noviembre, el Grupo debatió en qué medida esto podría afectar a la asignación de edades del atún rojo en los actuales conjuntos de datos de capturas. No había suficiente información para determinar si había diferencias entre las bandas formadas en los peces capturados en el Mediterráneo y en el Atlántico, aunque el autor sugiere que no es de esperar que haya diferencias, sino que es más probable que haya pequeñas diferencias entre los juveniles y los adultos. Aunque todavía hay que entender las

implicaciones de este nuevo análisis, se explicó que para transformar el recuento de bandas en edades, es necesario considerar el tipo de borde marginal relacionado con la fecha de captura y la fecha de nacimiento.

En el documento SCRS/2022/131 se describían las características de la flota de cerco (PS) de Balfegó desde un punto de vista operativo, con el objetivo de poder determinar alternativas para entender cómo mejorar la estandarización de la CPUE de la flota cerco de Balfegó. El documento destacaba los factores asociados a la actividad pesquera, como la variabilidad anual del tamaño de la flota pesquera, la estrecha ventana espacial y temporal en la que la flota estaba operativa y las limitaciones de las capturas diarias debidas al número de transferencias diarias posibles. Las tasas de captura nominales y estandarizadas se presentaron junto con el resto de los índices de atún rojo del este.

El Grupo aprecia los detalles operativos que se ofrecen en este documento. Se debatieron diversos factores que podrían haber influido o influenciado en la capacidad de la flota para capturar peces, como la normativa pasada/actual, los cambios tecnológicos (por ejemplo, el avistamiento aéreo antes de la prohibición de su uso; los sonares horizontales); se señaló que, desde aproximadamente 2009, la flota utiliza un apoyo tecnológico externo basado en las condiciones oceanográficas para prever diariamente la localización de los atunes. Desde el punto de vista operativo, existen limitaciones prácticas a las tasas de captura reales, ya que existe un tamaño máximo de los cardúmenes que pueden rodearse durante un lance, y esos cardúmenes grandes suelen dividirse para permitir el lance de la red en los cardúmenes más pequeños; se aclaró que esta práctica afecta a la determinación de las tasas de captura basadas en los lances, pero no a la determinación de las tasas de captura diarias cuando se considera el esfuerzo. Aunque la talla de los atunes rojos en la zona de pesca abarcada en el documento suele ser grande, en 2022 se observó un aumento de la incidencia de los bancos de peces más pequeños (80-90 kg); la flota no lanza las redes alrededor de estos bancos de peces más pequeños.

El documento mostraba que los índices de CPUE nominales de Balfegó coinciden con la dinámica del índice del palangre japonés en el Atlántico nororiental, mientras que no lo hacen con el índice de las almadrabas marroquíes y portuguesas (el documento no exploró por qué se produjo esto). El Grupo estuvo de acuerdo en que disponer de una matriz de datos con toda la información operativa y medioambiental ayuda en gran medida a los modeladores a comprender ciertos aspectos que permiten progresar en los métodos alternativos de estandarización de la CPUE.

Se puso a disposición del Grupo el documento SCRS/P/2022/048 sobre la actualización del crecimiento del atún rojo del este en granjas y se presentó para su discusión. Brevemente, los resultados del experimento de marcado de peces individuales de tres experimentos en Croacia y Portugal indicaron un aumento de talla en comparación con los modelos de crecimiento de los peces en estado salvaje. Estos resultados concuerdan con los resultados presentados el año pasado del análisis de progresión modal (MPA) para los peces pequeños (< 100 cm SFL) y medianos (100-180 cm SFL). Estos resultados se incorporaron a la modelación del crecimiento en las granjas que utilizan la base de datos de sacrificio del programa regional de observadores (ROP). La base de datos de sacrificios del ROP se actualizó e incluyó datos de 2015 a 2021 con más de 250.000 muestras que abarcan todas las granjas de atún rojo activas.

Tras el análisis preliminar, el Grupo formuló recomendaciones específicas relacionadas con los datos de entrada del marcado que se incluirán en el análisis para el crecimiento de las granjas que se presentará antes de la próxima reunión. Se acordó que el subgrupo técnico sobre crecimiento de atún rojo en las granjas se reunirá entre sesiones para poder ofrecer una actualización del trabajo en la reunión del Grupo de especies de septiembre de 2022, junto con un borrador de la respuesta a la Comisión.

## **11. Adopción del informe y clausura**

El informe de evaluación de stock del atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo de 2022 fue adoptado. Los Dres. Walter, Rodríguez-Marín y el presidente del SCRS agradecieron a los participantes y a la Secretaría el duro trabajo realizado y su colaboración para finalizar el informe a tiempo. La reunión fue clausurada.

## Referencias

- Aarestrup K., F. Alemany, I. Arregui, H. Arrizabalaga, M. Cabanellas-Reboredo, T. Carruthers, A. Hanke, M. Lauretta, A. Pagá, T. Rouyer, S. Tensek, J. Walter and E. Rodriguez-Marin 2022. Update of electronic tagging data and methodologies for Atlantic bluefin tuna in order to plan future tagging activities. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 79 (3): 196-210.
- Anonymous. 2013. Report of the 2012 Atlantic bluefin tuna stock assessment session (Madrid, Spain – 4-11 September 2012). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 69 (1): 1-198.
- Anonymous. 2015. Report of the 2014 Atlantic bluefin tuna stock assessment session (Madrid, Spain – 22-27 September 2014). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 71 (2): 692-945.
- Anonymous. 2017. Report of the 2017 ICCAT bluefin stock assessment meeting (Madrid, 20-28 July 2017). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 74 (6): 2372-2535
- Anonymous. 2022. Report of the 2022 eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna Data Preparatory meeting (including BFT MSE) (online, 18-26 April 2022). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 79 (3): 1-140
- Block, B.A., Whitlock, R., Schallert, R.J., Wilson, S., Stokesbury, M.J., Castleton, M. and Boustany, A. 2019. Estimating natural mortality of Atlantic bluefin tuna using acoustic telemetry. *Scientific reports*, 9(1): 1-14.
- Francis, R.I.C.C. (2011). Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 68: 1124-1138.
- Maunder M. 2021. Review of the 2021 West Atlantic bluefin tuna assessment. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 78 (3): 1114-1124.
- Sampedro P., Kimoto A., Ortiz M., Sharma R., Fukuda H., Gordo A., Lauretta M., Rouyer T., Sunderlöf A., Tsukahara Y., Walter J., and Rodríguez-Marín E. 2022. Data and initial model set-up for the 2022 stock synthesis stock assessment of the eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 79 (3): 304-326.
- Sharma R., Walter J., Kimoto A., Rouyer T., Lauretta M., Kell L.T., and Porch C. 2017. Eastern Atlantic Ocean bluefin tuna stock assessment 1950-2015 using Stock Synthesis. SCRS/2017/175 (withdrawn).
- Walter J., and Winker H. 2019. Projections to create Kobe 2 strategy matrix using the multivariate log-normal approximation for Atlantic yellowfin tuna. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 76 (6): 725-739.

## TABLAS

**Tabla 1.** Lista de las descripciones de los ensayos del VPA realizados durante la reunión.

**Tabla 2.** Lista de estadísticas de ajuste del modelo para los ensayos del VPA realizados durante la reunión.

**Table 3.** Prueba sobre el efecto de las ratios de F en la escala global del VPA basada en el ensayo de continuidad (Ensayo 288).

**Tabla 4.** Perfil de la ratio de F para los bloques de tiempo 1968-1995 (panel superior), 2008-2020 (panel central) y ambos (panel inferior) basados en el ensayo de continuidad (Ensayo 288).

**Tabla 5.** Perfil bidimensional de las ratios de F para el primer (1968-1995) y el segundo (2008-2020) bloques de tiempo para los que la ratio de F es fija. Los valores en verde y azul muestran los ensayos 385 y 418, respectivamente.

**Tabla 6.** Nombres y definiciones de pesquerías de las flotas utilizadas para el caso base propuesto por Stock Synthesis (Ensayo 8, SCRS/2022/128). Selectividad: CS: spline cúbica; DN: doble normal; LG: logística.\* Los índices no se incluyen en el ajuste del Ensayo 8.

**Tabla 7.** Lista de ensayos explorados para el modelo de Stock Synthesis basados en el caso base propuesto (Ensayo 8, SCRS/2022/128).

**Tabla 8.** Estimaciones de los parámetros, errores estándar asintóticos y distribuciones previas asignadas para el caso base del Modelo Stock Synthesis (Ensayo 16 reponderado).

**Tabla 9.** Estimaciones de la biomasa del stock reproductor (SSB), de la biomasa, de los reclutamientos (edad 1), de la tasa de explotación de las mortalidades por pesca para las edades 2 a 5 y para las edades superiores a 10 años del VPA (Ensayo 385), de Stock Synthesis (Ensayo 16 reponderado) y de ASAP (Ensayo del caso base 2) para el atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo con intervalos de confianza del 95 %.

**Tabla 10.** Configuraciones de la proyección para la selectividad, el peso por edad y la mortalidad natural (M) por edad para el VPA.

**Table 11.** Configuraciones de la proyección para la selectividad, el peso por edad y la mortalidad natural (M) por edad para Stock Synthesis.

**Table 12.** Configuraciones de la proyección para la selectividad, el peso por edad y la mortalidad natural (M) por edad para ASAP.

## FIGURAS

**Figura 1.** Ensayo de continuidad del VPA en 2022 (Ensayo 288). Se muestran las tendencias de la SSB, del reclutamiento, de la mortalidad por pesca en las edades 2 a 5 y de la mortalidad por pesca en el grupo plus (más de 10 años). Los diferentes colores representan las diferentes eliminaciones de un año de datos como parte de un análisis retrospectivo.

**Figura 2.** Ensayos exploratorios del VPA para la posibilidad de utilizar el grupo 16+ como grupo plus. Los paneles superiores muestran las tendencias de la SSB, del reclutamiento, de la mortalidad por pesca en las edades 2 a 5 y la mortalidad por pesca para el grupo plus (más de 10 años) para los Ensayos 289 (izquierda) y 290 (derecha). Los diferentes colores representan las diferentes eliminaciones de un año de datos como parte de un análisis retrospectivo. Los paneles inferiores muestran el ajuste a los índices para el Ensayo 289 (líneas verdes) y el Ensayo 290 (líneas rojas).

**Figura 3.** Ensayos exploratorios del VPA para explorar el aspecto de la estabilidad del ensayo de continuidad (Ensayo 288). Se muestran las tendencias de la SSB, del reclutamiento, de la mortalidad por pesca en las edades 2 a 5 y de la mortalidad por pesca en el grupo plus (más de 10 años) para los ensayos 288 (izquierda), 295 (centro) y 287 (derecha). Los diferentes colores representan las diferentes eliminaciones de un año de datos como parte de un análisis retrospectivo.

**Figura 4.** Ensayos exploratorios del VPA para explorar el aspecto de la estabilidad del ensayo de continuidad (Ensayo 288). Se muestran las tendencias de la SSB, del reclutamiento, la mortalidad por pesca en las edades 2 a 5 y de la mortalidad por pesca en el grupo plus (más de 10 años) para los ensayos 288

(izquierda), 287 (centro) y 286 (derecha). Los diferentes colores representan las diferentes eliminaciones de un año de datos como parte de un análisis retrospectivo.

**Figura 5.** Ajuste al índice de la prospección aérea del GBYP para el Mediterráneo occidental en los ensayos 303 (rojo) y 304 (verde) del VPA.

**Figura 6.** Fluctuación de la semilla para el generador de números aleatorios y F terminal basada en el Ensayo 385 del VPA.

**Figura 7.** Análisis Jackknife basado en el Ensayo 385 (línea roja) del VPA. El índice más influyente fue JPN\_LL\_NEAtlMed en verde.

**Figura 8.** Ensayos exploratorios del VPA para la estimación de la ratio de F para el bloque temporal 1996-2007 (Ensayo 386). Se muestran las tendencias de la SSB, del reclutamiento, de la mortalidad por pesca en las edades 2 a 5 y de la mortalidad por pesca en el grupo plus (más de 10 años) para los ensayos 288 (izquierda), 287 (centro) y 286 (derecha). Los diferentes colores representan las diferentes eliminaciones de un año de datos como parte de un análisis retrospectivo.

**Figura 9.** Ensayos exploratorios del VPA para explorar el hecho de que el ensayo presentaba una diferencia en la función objetivo que era superior a 2 (**Tabla 5**). Tendencias de la SSB, del reclutamiento, la mortalidad por pesca en las edades 2 a 5 y de la mortalidad por pesca en el grupo plus (más de 10 años) para los ensayos 418 (izquierda) y 385 (derecha). Los diferentes colores representan las diferentes eliminaciones de un año de datos como parte de un análisis retrospectivo.

**Figura 10.** Valores negativos de verosimilitud logarítmica producidos a partir de los 100 ensayos de fluctuaciones en los que los valores iniciales de los parámetros fluctuaron un 10 % para el ensayo del caso base de Stock Synthesis (Ensayo 16 reponderado).

**Figura 11.** Comparación de las tendencias del stock entre el caso base (Ensayo 16 reponderado, línea azul) y otros ensayos con la menor verosimilitud logarítmica negativa.

**Figura 12.** Ajustes del modelo Stock Synthesis a los índices de abundancia relativa del atún rojo del Atlántico este para el ensayo del caso base (Ensayo 16 reponderado).

**Figura 13.** Errores de residuos del ajuste del modelo Stock Synthesis en torno a los índices de abundancia relativa del atún rojo del Atlántico este para el ensayo del caso base (Ensayo 16 reponderado).

**Figura 14.** Ajustes del modelo Stock Synthesis a las composiciones por talla del atún rojo del Atlántico este por flota para el ensayo del caso base (Ensayo 16 reponderado). Las distribuciones grises muestran la composición por tallas agregada observada por flota y la línea roja muestra la composición por tallas predicha por el modelo.

**Figura 15.** Pruebas de ensayos de residuos de diagnóstico en los ajustes del modelo a los índices de abundancia para el ensayo del caso base (Ensayo 16 reponderado).

**Figura 16.** Pruebas de ensayos de residuos de diagnóstico en los ajustes del modelo a la composición por tallas de las flotas para el ensayo del caso base (Ensayo 16 reponderado).

**Figura 17.** Perfil de verosimilitud de Stock Synthesis para el reclutamiento medio en equilibrio sin pesca para el ensayo del caso base (Ensayo 16 reponderado).

**Figura 18.** Análisis retrospectivo de Stock Synthesis con los valores rho de Mohn indicados en la parte superior de los gráficos para el ensayo del caso base (Ensayo 16 reponderado).

**Figura 19.** Perfiles de verosimilitud para la estimación del reclutamiento medio para los componentes de datos de la aplicación ASAP de una sola flota para el atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo (Ensayo del caso base 2),

**Figura 20.** Perfiles de verosimilitud para la estimación de la F inicial asumiendo que no hay ninguna desviación en la aplicación ASAP de una sola flota para el atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo (Ensayo del caso base 2),

**Figura 21.** Estimaciones de biomasa del stock reproductor (en miles de toneladas), del reclutamiento (en millones) y de la mortalidad por pesca (media de las edades 2 a 5 y 10+) a partir del Ensayo 385 (caso base) del VPA para el periodo comprendido entre 1968 a 2020. El reclutamiento de los cuatro últimos años no se muestra (2017-2020) porque ha sido mediocrementemente estimado.

**Figura 22.** Residuos de los ajustes a los índices para el Ensayo 385 del VPA.

**Figura 23.** Evaluación de stock de atún rojo del este mediante VPA de 2017: Estimaciones retrospectivas de reclutamiento (en millones), de la SSB, de la SSB relativa y de la mortalidad por pesca (promedio para las edades 2 a 5 y 10+) a partir del ensayo revisado del caso base del VPA adoptado durante la reunión del Grupo de especies. El reclutamiento de los cuatro últimos años no se muestra (2012-2015) porque ha sido mediocrementemente estimados.

**Figura 24.** Análisis retrospectivo del VPA. Tendencias de la SSB, del reclutamiento, de la mortalidad por pesca en las edades 2 a 5 y de la mortalidad por pesca en el grupo plus (edad 10 plus) para el Ensayo 385. Los diferentes colores representan las diferentes eliminaciones de un año de datos como parte de un análisis retrospectivo.

**Figura 25.** Las series temporales de la biomasa del stock reproductor (SSB), de la mortalidad por pesca (la tasa de explotación de la biomasa se utilizó como aproximación) y del reclutamiento (edad 0) para el Ensayo 16 reponderado de Stock Synthesis.

**Figura 26.** Predicciones de capturas con los supuestos ASAP de CV 20 % (línea roja) y de CV 1 % (línea amarilla), y capturas de Tarea 1 con (línea azul con cuadrados) /sin pabellones NEI (línea de puntos).

**Figura 27.** CV = 0,20 (caso base 2) y CV = 0,01 para todos los años con el fin de realizar una comparación con los otros enfoques de modelación.

**Figura 28.** Predicciones del índice de stock (líneas) y valores observados (círculos con límites de confianza) de la aplicación ASAP de una sola flota para el atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo (ensayo del caso base 2).

**Figura 29.** Estimaciones retrospectivas de la SSB y de la mortalidad por pesca en edades 9-11 a partir de la aplicación ASAP de una sola flota para el atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo (Ensayo del caso base 2).

**Figura 30.** Valores residuales de Pearson de la composición por edades de la pesquería a partir de la aplicación ASAP de una sola flota para el atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo (Ensayo del caso base 2).

**Figura 31.** Estimaciones de SSB (arriba), de la mortalidad por pesca (centro) y del reclutamiento (abajo) con intervalos de confianza del 90 % y puntos de referencia candidatos para la aplicación ASAP de una sola flota para el atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo (Ensayo del caso base 2).

**Figura 32.** Análisis de sensibilidad de ASAP de una sola flota en la SSB y en el reclutamiento basado en el Ensayo del caso base 2 sin excluir las prospecciones larvarias del Mediterráneo occidental y las prospecciones aérea francesas.

**Figura 33.** Comparaciones de las tendencias de la biomasa estimada del stock reproductor (SSB), del reclutamiento (edad 1), de la F en edades 2 a 5, y de F en el grupo de edad 10 plus entre los casos base por plataformas de modelación: Ensayo 385 del VPA (líneas azules), Ensayo 16 reponderado de Stock Synthesis (líneas verdes) y Ensayo 24 de ASAP con CV del 20 % (líneas naranjas)

**Figura 34.** Comparaciones de las tendencias de la biomasa total estimada y de la tasa de explotación entre los casos base por plataformas de modelación: Ensayo 385 del VPA (líneas azules), Ensayo 16 reponderado de Stock Synthesis (líneas verdes) y Ensayo 24 de ASAP con CV del 20 % (líneas naranjas)

**Figura 35.** Supuestos de reclutamiento futuro: un media a largo plazo (1968-2016) y media a corto plazo (2007-2016) para la proyección del VPA basada en el Ensayo 385.

**Figura 36.** Biomasa reproductora (SSB) proyectada con intervalos de confianza del 95 % en la proyección del Ensayo 385 del VPA, con dos escenarios de reclutamiento (izquierda: la media entre 1986 y 2016 y derecha: la media entre 2007 y 2016). Los paneles superiores muestran todo el período de evaluación y la proyección hasta 2024, y los paneles inferiores muestran la proyección sólo desde 2014.

**Figura 37.** Biomasa reproductora (SSB) proyectada con intervalos de confianza del 95 % en la proyección del Ensayo 16 reponderado de Stock Synthesis. Los paneles superiores muestran todo el período de evaluación y la proyección hasta 2024, y los paneles inferiores muestran la proyección desde 2014.

**Figura 38.** Biomasa reproductora (SSB) proyectada con intervalos de confianza del 95 % en ASAP CV 1 % sobre la proyección de capturas infladas (paneles superiores) y en ASAP CV 20 % (Ensayo del caso base 2) sobre la proyección de capturas infladas (paneles inferiores) con dos escenarios de reclutamiento (izquierda: la media entre 1986 y 2020 y derecha: la media entre 1968 y 2012).

**APÉNDICES**

**Apéndice 1.** Orden del día.

**Apéndice 2.** Lista de participantes.

**Apéndice 3.** Lista de documentos y presentaciones.

**Apéndice 4.** Resúmenes de documentos SCRS presentados por los autores.

**Apéndice 5.** Archivos de control, parámetros y datos para la Ensayo 385 del VPA para el atún rojo del este.

**Apéndice 6.** Archivos de control, parámetros y datos para la ensayo 16 reponderado de Stock Synthesis para el atún rojo del este.

**Apéndice 7.** Archivos de control y datos para el ensayo del caso base 2 de ASAP para el atún rojo del este.

**Apéndice 8.** MSE para el atún rojo del Atlántico - Resultados, decisiones y próximos pasos.

**Table 1.** List of VPA run descriptions conducted during the meeting.

<b>Run</b>	<b>Modifications</b>
288	Continuity run, updated CAA (V2b), updated WMED_LARV
289	Run 288, plus group = 16+
290	Run 289, set F-ratio=1 for all years
291	Run 289, use Richards curve
292	Run 289, F-ratio=1 and use Richards curve
293	Run 289, Try additive variance for indices
294	Run 289, Selectivity is estimated for WMED_LARV
295	Run 288, change F-term priors and change search settings, F-ratio for 1968-1980 and 1981-1995 = 1
287	Run 295, Constraint of 0.5 on vulnerability on ages 5-9 over 6 years (before was ages 1-9 and 3 years) and Constraint of 0.5 on recruitment over 6 years (before was no constraint)
286	Run 287, change F-term priors and change search settings, F-ratio for 1968-1980 and 1981-1995 = 0.75
303	Run 286, add WMED_GBYP_AER survey
304	Run 303, remove WMED_LARVsurvey
367	Run 286 fix selectivity for WMED_LARV, and constrain bounds for terminal F
385	Run 288(Continuity run) + constraint on fixed selectivity for WMED_LARV + terminal F bound constraints + vulnerability strength = 0.3
386	Run 385 Estimate the F-ratio

REUNIÓN DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE ATÚN ROJO DEL ESTE- MADRID/FORMATO HÍBRIDO 2022

**Table 2.** List of model fitting statistics for the VPA runs conducted during the meeting.

Run	obj_func_				AIC	AICc	BIC	chi_square	mohnSSB	mohnRec	mohnF25	mohnFplus	FR_AER1	FR_AER2	EastAtMed	Index						WMED_	WMED_
	obj_func	with_cte	nb_param	nb_data												JPN_LL_	JPN_LL1_	JPN_LL2_	MOR_POR	MOR_SP_	TP		
286	-68.97	99.19	26	183	250.38	259.38	333.83	147.78	0.04	0	0.07	-0.09	4.11	2.93	17.66	10.75	6.09	7.06	10.15	4.58	0.07	NA	-9
287	-67.28	100.88	26	183	253.77	262.77	337.22	153.3	0.14	-0.1	0.47	-0.29	4.2	3.13	20.27	10.05	5.93	5.84	6.71	5.13	-0.68	NA	-7.58
288	-56.57	111.59	28	183	279.18	289.73	369.05	160.65	0.51	-0.25	0.69	-0.52	4	-3.15	20.34	11.1	5.37	5.3	8.11	5.53	-1.5	NA	-6.74
289	-41.9	126.27	34	183	320.53	336.61	429.66	174.9	5.08	1.43	-0.47	-0.98	4.3	1.23	7.64	5.54	6.87	3.02	-5.71	9.24	1.17	NA	-14.31
290	-33.84	134.33	31	183	330.65	343.79	430.15	161.79	-0.14	-0.36	1.5	-0.48	3.92	0.34	-6.7	9.11	5.31	-4.56	0.55	8.07	1.68	NA	-1.49
291	-75.32	92.85	34	183	253.7	269.78	362.82	177.78	-0.06	0.17	0.19	-0.19	3.66	1.49	21	12.15	10.62	-0.33	3.91	11.34	0.79	NA	0.5
292	-37.36	130.81	31	183	323.61	336.75	423.11	162.84	0.07	0.51	0.87	-0.2	3.81	1.36	-6.16	9.13	6.22	0.03	3.43	9.87	1.08	NA	-1.22
293	-34.78	133.38	31	183	328.76	341.9	428.26	162.12	-0.54	0.3	1.38	22.78	3.2	0.56	-6.68	9.61	5.24	-4.74	0.88	8.39	1.53	NA	-0.94
294	-34.75	133.41	31	183	328.82	341.96	428.32	158.81	-0.09	0.62	-0.02	3.45	3.94	0.99	-6.63	9.02	5.03	-5.06	0.4	8.12	1.26	NA	-0.75
295	-60.54	107.63	26	183	267.26	276.26	350.7	155.19	0.16	0.31	0.5	-0.25	4.18	1.31	20.23	10.11	6.45	5.72	6.94	5.08	-0.85	NA	-7.66
297	-69.53	98.63	26	183	249.27	258.27	332.71	148.1	-0.03	-0.17	0.63	-0.11	4.11	2.93	17.75	10.72	6.09	7.04	10.13	4.57	0.09	NA	-8.45
303	-68.85	105.75	28	190	267.49	277.58	358.41	150.89	-0.08	-0.27	0.92	-0.03	4.06	3.01	16.74	10.95	5.91	7.08	10.61	4.64	-0.1	0.07	-8.49
304	-72.67	88.14	26	175	228.29	237.77	310.57	147.35	0.13	1.37	-0.4	-0.08	4.11	-0.55	17.68	10.79	6.4	7.06	10.06	4.65	0.12	-1.23	NA
367	-69.54	98.63	26	183	249.26	258.26	332.7	148.25	0.01	-0.02	0.11	-0.08	4.11	2.93	17.64	10.74	6.07	7.07	10.17	4.56	0.06	NA	-8.36
377	-56.15	112.02	26	183	276.03	285.03	359.48	143.22	0.11	0.05	0.2	-0.13	3.94	0.94	15.12	11.26	5.68	7.03	11.17	4.82	-0.38	NA	-7.82
378	-63.09	105.08	26	183	262.16	271.16	345.6	148.03	-0.05	0.47	0.16	-0.06	4.09	4.83	17.29	10.83	5.84	7.07	10.35	4.61	0	NA	-8.7
379	-73.68	94.48	26	183	240.97	249.97	324.41	147.63	-0.01	-0.31	1.15	-0.15	4.13	2.33	18.01	10.68	6.16	7.05	9.92	4.57	0.17	NA	-9.25
380	-73.69	94.47	26	183	240.95	249.95	324.39	147.58	0.02	-0.12	0.29	-0.11	4.11	2.37	17.71	10.74	6.14	7.07	10.1	4.59	0.09	NA	-9.07
381	-64.94	103.23	26	183	258.45	267.45	341.9	146.54	0.07	-0.19	0.49	-0.16	4.14	2.53	18.32	10.59	5.9	7	9.76	4.54	0.22	NA	-9.09
382	-72.71	95.45	26	183	242.91	251.91	326.35	148.42	-0.09	1.23	1.14	-0.04	4.11	2.71	17.71	10.74	6.2	7.07	10.1	4.59	0.09	NA	-9.2
383	-63.21	104.95	26	183	261.91	270.91	345.35	147.37	0.01	0.71	0.42	-0.05	4.11	3.23	17.66	10.77	5.98	7.07	10.12	4.61	0.09	NA	-8.97
384	-66.91	101.25	26	183	254.5	263.5	337.95	147.57	-0.11	0.11	0.31	-0.01	4.07	4.53	16.91	10.91	5.89	7.09	10.53	4.63	-0.07	NA	-8.61
385	-74.26	93.91	26	183	239.81	248.81	323.26	147.94	0.07	-0.07	0.23	-0.14	4.12	2.38	17.82	10.71	6.14	7.05	10.07	4.56	0.1	NA	-8.5
386	-75.13	93.04	28	183	242.08	252.62	331.94	143.21	0.31	-0.15	0.36	-0.34	3.68	2.49	16.63	12.39	5.77	6.95	11.06	4.7	-0.49	NA	-7.41
392	-75.11	93.06	26	183	238.11	247.11	321.56	143.81	0.22	-0.03	0.1	-0.25	3.76	2.5	16.94	12.24	5.87	6.97	10.87	4.6	-0.38	NA	-7.69
418	-75.1	93.07	26	183	238.14	247.14	321.59	143.66	0.1	-0.13	0.32	-0.18	3.69	2.5	16.9	12.35	5.74	6.82	10.93	4.68	-0.58	NA	-7.22

**Table 3.** A test on the effect of F-ratios on the overall scale of the VPA based on the Continuity run (Run 288).

Fratio	obj_func	obj_func_with_cte	nb_param	nb_data	AIC	AICc	BIC	chi_square	mohnSSB	mohnRec	mohnF25	mohnFplus
0.25	-54.33	113.83	28	183	283.67	294.21	373.53	143.56	-0.07	55.34	0.46	-0.18
0.5	-56.71	111.46	28	183	278.91	289.46	368.78	139.62	0.17	43.26	1.03	-0.37
0.75	-57.03	111.13	28	183	278.27	288.81	368.13	141.62	0.18	0.25	0.53	-0.33
1	-58.22	109.95	28	183	275.9	286.44	365.76	142.54	0.23	-0.13	0.45	-0.37
1.25	-57.71	110.46	28	183	276.92	287.47	366.79	142.92	0.22	-0.27	0.48	-0.39
1.5	-56.47	111.69	28	183	279.39	289.93	369.25	139.82	0.81	0.24	-0.14	-0.58

**Table 4.** Profile of the F-ratio for the 1968-1995 (top panel) and the 2008-2020 (middle panel) time blocks, and both (bottom panel) time blocks based on the Continuity run (Run 288).

1968-1995 time block

Fratio	obj_func	obj_func_with_cte	nb_param	nb_data	AIC	AICc	BIC	chi_square	mohnSSB	mohnRec	mohnF25	mohnFplus
0.5	-66.46	101.71	26	183	255.42	264.42	338.86	146.65	-0.06	-0.42	1.47	-0.25
0.75	-67.67	100.49	26	183	252.98	261.98	336.43	150.23	0.05	-0.28	0.72	-0.31
1	-67.28	100.88	26	183	253.77	262.77	337.22	153.3	0.14	-0.10	0.47	-0.29
1.25	-65.89	102.28	26	183	256.56	265.56	340.01	155.46	0.14	-0.08	0.48	-0.27

2008-2020 time block

Fratio	obj_func	obj_func_with_cte	nb_param	nb_data	AIC	AICc	BIC	chi_square	mohnSSB	mohnRec	mohnF25	mohnFplus
0.5	-53.92	114.24	26	183	280.48	289.48	363.93	141.14	-0.26	-0.12	0.28	0.40
0.75	-66.13	102.04	26	183	256.08	265.08	339.52	151.95	-0.07	-0.15	0.35	-0.03
1	-67.28	100.88	26	183	253.77	262.77	337.22	153.3	0.14	-0.10	0.47	-0.29
1.25	-60.68	107.49	26	183	266.98	275.98	350.43	151.06	0.82	0.08	0.30	-0.63

1968-1995 and 2008-2020 time blocks

Fratio	obj_func	obj_func_with_cte	nb_param	nb_data	AIC	AICc	BIC	chi_square	mohnSSB	mohnRec	mohnF25	mohnFplus
0.5	-66.91	101.26	26	183	254.51	263.51	337.96	137.03	-0.07	-0.33	0.91	-0.08
0.625	-67.84	100.33	26	183	252.66	261.66	336.1	141.05	0.02	-0.14	0.42	-0.11
0.75	-68.97	99.19	26	183	250.38	259.38	333.83	147.78	0.04	-0.00	0.07	-0.09
0.875	-68.87	99.3	26	183	250.59	259.59	334.04	152.05	0.05	-0.10	0.30	-0.20
1	-67.28	100.88	26	183	253.77	262.77	337.22	153.3	0.14	-0.10	0.47	-0.29
1.125	-64.54	103.62	26	183	259.25	268.25	342.7	153.01	0.39	0.04	0.35	-0.44
1.25	-57.37	110.79	26	183	273.59	282.59	357.04	151.83	0.30	1.08	-0.17	-0.41

**Table 5.** A bidimensional profiling of the F-ratios for the first (1968-1995) and the second (2008-2020) time blocks for which the F-ratio is fixed. Values in green and blue show Runs 385 and 418, respectively.

		FratioBlock2					
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
FratioBlock1	1.50	61.1	28.5	10.9	6	8.9	13.9
	1.25	52.8	22.8	7	4.2	8.8	14.7
	1.00	40.3	16.3	3.5	3	9.7	16.5
	0.75	26.9	9.5	0.8	3	12.4	20.1
	0.50	16	3.4	0	4.8	14.2	25.8
	0.25	12.3	3.3	3.6	10.1	21.4	32.6

**Table 6.** Names and fishery definitions of the fleets used for the Stock Synthesis proposed base case (Run 8, SCRS/2022/128). Selectivity: CS: cubic spline; DN: double normal; LG: logistic.\* Indices not included in the fit of Run 8.

Fleet Number	Fleet Acronym	Description	Gear	start	end	Selectivity
1	F01_BB_BB_pre2006	BaitBoat (SP, FR) for 1950 to 2006	BaitBoat	1950	2006	CS
2	F02_BB_BB_post2007	BaitBoat (SP, FR) for 2007 to 2020	BaitBoat	2007	2020	CS
3	F03_LL_JPN_EATL_MED	Japanese longline in the East and Mediterranean for 1957 to 2009	Longline	1957	2009	DN
4	F04_LL_JPN_NEATL_pre2009	Japanese longline in the Northeast Atlantic for 1971 to 2009	Longline	1971	2009	DN
5	F05_LL_JPN_NEATL_post2010	Japanese longline in the Northeast Atlantic for 2010 to 2020	Longline	2010	2020	DN
6	F06_LL_OTH	Other countries longliners for 1961 to 2020	Longline	1961	2020	CS
7	F07_PS_NOR	Norwegian purseiners for 1950 to 1986 (/2016-20)	Purseine	1950	2020	LG
8	F08_PS_HRV	Croatian purseiners for 1991 to 2020	Purseine	1991	2020	CS
9	F09_PS_MED_pre2008	Purseiners (SP, FR) for 1966 to 2008 1,3,4Q	Purseine	1966	2007	CS
10	F10_PS_MED_pre2008Q2	Purseiners (SP, FR) for 1966 to 2008 2Q	Purseine	1966	2008	CS
11	F11_PS_MED_post2009	Purseiners (SP, FR) for 2009 to 2020	Purseine	2009	2020	CS
12	F12_PS_OTH	Purseiners other countries	Purseine	1950	2020	CS
13	F13_TP_pre2011	Traps (SP, PT, MA) for 1950 to 2011	Traps	1950	2011	DN
14	F14_TP_post2012	Traps (SP, PT, MA) for 2012 to 2020	Traps	2012	2020	DN
15	F15_TP_OTH	Traps from other countries (DZ, LY, TN, TR, IT)	Traps	1950	2020	DN
16	F16_OTH	Other gears	Other	1950	2020	Mirror F06

Fleet Number	Survey	Area - Type (Units) - Age	start	end	Selectivity
17	S1_MOR_SPN_TP	East Atlantic & Med - CPUE (numbers) - Age 6+	1981	2011	Mirror - F13_TP_pre2011
18	S2_MOR_POR_TP	East Atlantic & Med - CPUE (numbers) - Age 10+	2012	2020	Mirror - F14_TP_post2012
19	S3_SPN_BB1	East Atlantic - CPUE (biomass) - Age 2-3	1952	2006	Mirror - F01_BB_BB_pre2006
20	S4_SPN_FR_BB2	East Atlantic - CPUE (biomass) - Age 3-6	2007	2014	Mirror - F02_BB_BB_post2007
21	S5_JPN_LL_EatlMed	East Atlantic & Med - CPUE (numbers) - Age 6-10	1975	2009	Mirror - F03_LL_JPN_EATL_MED
22	S6_JPN_LL1_NEA	NEast Atlantic - CPUE (numbers) - Age 4-10	1990	2009	Mirror - F04_LL_JPN_NEATL_pre2009
23	S7_JPN_LL2_NEA	NEast Atlantic - CPUE (numbers) - Age 4-10	2010	2020	Mirror - F05_LL_JPN_NEATL_post2010
24	S8_WMED_IARV	West Med - Survey (numbers) - SSB	2001	2020	SSB
25	S9_FRA_AER1	West Med - Survey (numbers) - Age 2-4	2000	2003	Ages 2-4
26	S10_FRA_AER2	West Med - Survey (numbers) - Age 2-4	2009	2020	Ages 2-4
27	S11_WMED_GBYP_AER	Balearic Sea - Survey (biomass) - SSB	2010	2019	SSB
28*	S12_WCMED_GBYP_AER	WCmed - Survey (biomass) - SSB	2010	2019	SSB
29*	S13_JPN_LL_VAST1	NEast Atlantic - CPUE (numbers) - Age 4-10	1995	2009	Mirror - F04_LL_JPN_NEATL_pre2009
30*	S14_JPN_LL_VAST2	NEast Atlantic - CPUE (numbers) - Age 4-10	2010	2020	Mirror - F05_LL_JPN_NEATL_post2010

**Table 7.** The list of runs explored for the Stock Synthesis model based on the proposed base case (Run 8, SCRS/2022/128).

<b>Run</b>	<b>Definition</b>	<b>Description of changes</b>
Run 8	Proposed Base Model	Based on Run 82 of EBFT assessment meeting in 2017: 1) Model runs from 1950-2020; 2) Updating information 2016-2020; 3) 16 fishing fleets 4) 11 abundance indices, including the new index GBYP - WMED; 4) All fleet selectivity models were redefined and assumption of logistic selectivity for Norwegian Purseines; 5) Linf fixed at 271 cm; K fixed at 0.233871; 6) M from age0 : 0.82, 0.41, 0.32, 0.26, 0.22, 0.19, 0.17, 0.15, 0.14, 0.13, 0.12, 0.12; age12-20: 0.11; age21-30: 0.1
Run 16	Natural mortality internally estimated	Based on Run 8: 1) Natural mortality is estimated by the model by Lorenzen's method and using Mage20=0.1 as reference age.
Run 16noCAAL	Impact of removing age information	Based on Run 16: 1) Conditional-at-length information excluded.
Run 17	Growth fixed using Ailloud et al. (2017) and no age information included	Based on Run 16: 1) Growth parameters fixed (Ailloud et al., 2017): Linf=271; K=0.22; Richards shape parameter=-0.11; 2) Conditional age-at-length (CAAL) excluded.
Run 18	Growth fixed using WBFT assessment 2021 and no age information included	Based on Run 16: 1) Growth parameters fixed using WBFT assessment 2021 parameters: Linf=284 cm; K=0.295175; Richards parameter=-0.993398; 2) CAAL excluded; 3) Improve selectivity parameters definition.
Run 18CAAL	Impact of including age information	Based on Run 18: 1) Including information of conditional age-at-length.
Run 19	Considering an offset for R0	Based on Run 18: 1) Include an offset for R0 with two periods : 1950-1985 / 1986-2020.
Run 20	Initial Fs estimated by the model	Based on Run 18: 1) initial Fs for fleets 13, 15 and 16 are estimated by the model.
Run 21	Recruitment deviations start in 1988	Based on Run 18: 1) Recruitment deviations estimates start in 1988.
Run 16 reweight	Base model	Based on Run 16: 1) Initial Fs are estimated by the model; 2) K is estimated by the model; 3) Selectivity parameters for some fleets were re-defined and priors included ; 4) Model was balanced (length composition reweighting) using Francis' method

**Table 8.** Parameter estimates, asymptotic standard errors, and assigned priors for the Stock Synthesis base model (run 16 reweight).

Parameter	Value	Phase	Min	Max	Init	Status	Parm	StDev	Gradient	Prior	Pr	SD
L_at_Amin_Fem_GP_1	54.448	2	40	60	54.5407	OK	0.269	3.81E-06	No_prior	NA	NA	NA
VonBert_K_Fem_GP_1	0.213	2	0.15	0.3	0.215202	OK	0.004	7.47E-06	No_prior	NA	NA	NA
Richards_Fem_GP_1	-0.144	3	-1	0.5	-0.167415	OK	0.045	6.94E-06	No_prior	NA	NA	NA
CV_young_Fem_GP_1	0.075	3	0.05	0.15	0.0743705	OK	0.001	1.57E-07	No_prior	NA	NA	NA
CV_old_Fem_GP_1	0.056	3	0.05	0.15	0.0560185	OK	0.002	2.29E-08	No_prior	NA	NA	NA
SR_LN(R0)	8.062	1	6	15	8.06135	OK	0.029	5.85E-05	No_prior	NA	NA	NA
InitF_seas_1_ft_13F13_TP_pre2011	0.024	1	0	0.2	0.0233254	OK	0.007	-4.61E-07	No_prior	NA	NA	NA
InitF_seas_1_ft_15F15_TP_OTH	0.004	1	0	0.2	0.0043933	OK	0.001	-4.08E-07	No_prior	NA	NA	NA
InitF_seas_1_ft_16F16_OTH	0.004	1	0	0.2	0.0035386	OK	0.001	-1.91E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_GradHi_F01_BB_BB_pre2006(1)	-0.250	2	-1	0.5	-0.251612	OK	0.059	-5.46E-06	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F01_BB_BB_pre2006(1)	-6.343	3	-10	0	-6.34355	OK	0.630	-6.47E-07	Normal	-6.3434	0.63	
SizeSpline_Val_2_F01_BB_BB_pre2006(1)	-3.755	3	-8	1	-3.77889	OK	0.707	5.42E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F01_BB_BB_pre2006(1)	-3.110	3	-8	1	-3.12907	OK	0.682	-4.93E-06	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F01_BB_BB_pre2006(1)	-3.454	3	-8	1	-3.46757	OK	0.677	3.68E-06	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_5_F01_BB_BB_pre2006(1)	-10.674	3	-25	1	-10.7573	OK	1.531	4.15E-06	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_GradHi_F02_BB_BB_post2007(2)	-0.200	3	-1	1	-0.198329	OK	0.146	1.26E-09	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F02_BB_BB_post2007(2)	-6.781	3	-10	-2	-6.7809	OK	0.680	-4.58E-09	Normal	-6.781	0.68	
SizeSpline_Val_2_F02_BB_BB_post2007(2)	-4.352	3	-9	0	-4.34227	OK	0.791	-9.45E-09	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F02_BB_BB_post2007(2)	-3.620	3	-8	1	-3.61553	OK	0.829	-3.58E-09	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F02_BB_BB_post2007(2)	-3.783	3	-8	1	-3.77471	OK	0.834	-8.65E-09	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_5_F02_BB_BB_post2007(2)	-7.122	3	-15	1	-7.06553	OK	2.115	-8.37E-09	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_peak_F03_LL_JPN_EATL_MED(3)	244.332	3	180	270	242.404	OK	7.908	5.52E-08	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_top_logit_F03_LL_JPN_EATL_MED(3)	-9.108	3	-20	-5	-9.10815	OK	0.910	-4.74E-09	Normal	-9.1074	0.91	
Size_DbIn_ascend_se_F03_LL_JPN_EATL_MED(3)	7.805	2	5	10	7.78574	OK	0.201	-1.88E-08	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_descend_se_F03_LL_JPN_EATL_MED(3)	5.986	2	4	10	6.12706	OK	0.973	4.94E-08	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_peak_F04_LL_JPN_NEATL_pre2009(4)	202.787	3	150	220	201.866	OK	7.522	2.63E-08	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_top_logit_F04_LL_JPN_NEATL_pre2009(4)	-9.219	3	-20	-5	-9.21939	OK	0.920	-1.45E-10	Normal	-9.219	0.92	
Size_DbIn_ascend_se_F04_LL_JPN_NEATL_pre2009(4)	7.559	2	5	10	7.54912	OK	0.229	-3.57E-08	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_descend_se_F04_LL_JPN_NEATL_pre2009(4)	7.053	2	5	10	7.07304	OK	0.665	1.20E-08	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_peak_F05_LL_JPN_NEATL_post2010(5)	200.402	3	150	220	200.506	OK	2.801	2.83E-08	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_top_logit_F05_LL_JPN_NEATL_post2010(5)	-8.387	3	-15	-5	-8.38697	OK	0.840	-3.75E-08	Normal	-8.386	0.84	
Size_DbIn_ascend_se_F05_LL_JPN_NEATL_post2010(5)	5.922	2	3	9	5.92393	OK	0.232	-8.02E-09	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_descend_se_F05_LL_JPN_NEATL_post2010(5)	6.470	2	4	9	6.46892	OK	0.275	2.81E-09	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_GradHi_F06_LL_OTH(6)	-0.153	4	-0.4	0.01	-0.141672	OK	0.087	-5.20E-08	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F06_LL_OTH(6)	4.032	3	0	8	4.03158	OK	0.400	-3.50E-08	Normal	4.03158	0.4	
SizeSpline_Val_2_F06_LL_OTH(6)	8.817	3	0	20	8.68987	OK	1.033	-4.99E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F06_LL_OTH(6)	9.190	3	0	20	9.03224	OK	0.878	-3.28E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F06_LL_OTH(6)	10.729	2	0	20	10.5746	OK	0.976	7.19E-08	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_5_F06_LL_OTH(6)	10.718	2	0	20	10.406	OK	1.313	8.40E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_GradHi_F08_PS_HRV(8)	-0.779	4	-1.5	0	-0.776449	OK	0.145	-5.82E-08	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F08_PS_HRV(8)	-36.985	3	-60	-10	-37.0304	OK	3.729	-1.83E-07	Normal	-37.478	3.8	
SizeSpline_Val_2_F08_PS_HRV(8)	-7.406	2	-25	7	-7.44049	OK	3.675	7.98E-08	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F08_PS_HRV(8)	-38.306	2	-80	-10	-38.2607	OK	3.729	7.35E-08	Normal	-37.813	3.8	
SizeSpline_GradHi_F09_PS_MED_pre2008(9)	-0.049	4	-0.5	0.1	-0.04791	OK	0.055	-1.01E-06	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F09_PS_MED_pre2008(9)	-1.410	3	-8	1	-1.42879	OK	1.394	-2.83E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_2_F09_PS_MED_pre2008(9)	-0.376	3	-4	4	-0.406692	OK	1.348	-8.53E-08	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F09_PS_MED_pre2008(9)	0.799	2	-3	4	0.772305	OK	1.358	-1.90E-06	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F09_PS_MED_pre2008(9)	0.665	2	-2	4	0.630642	OK	1.345	1.11E-06	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_5_F09_PS_MED_pre2008(9)	-3.045	2	-5	-1	-3.04521	OK	0.300	5.26E-07	Normal	-3.0452	0.3	
SizeSpline_GradHi_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-0.163	4	-0.5	0	-0.157989	OK	0.063	-6.90E-08	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-77.869	2	-100	-10	-77.8917	OK	1.935	-1.69E-07	Normal	-77.997	7.8	
SizeSpline_Val_2_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-4.796	2	-25	20	-4.79567	OK	0.479	-5.24E-07	Normal	-4.7953	0.48	
SizeSpline_Val_3_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-3.168	2	-25	20	-3.16805	OK	0.601	-4.32E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-2.723	2	-25	20	-2.71833	OK	0.622	-6.92E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_5_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-3.168	2	-25	20	-3.18056	OK	0.633	-5.59E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_6_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-3.125	2	-25	20	-3.17715	OK	0.661	5.69E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_7_F10_PS_MED_pre2008Q2(10)	-3.214	2	-25	20	-3.21264	OK	0.797	1.72E-06	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_GradHi_F11_PS_MED_post2009(11)	-0.045	4	-0.4	0.1	-0.045029	OK	0.044	-2.80E-09	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F11_PS_MED_post2009(11)	-3.991	4	-6	2	-4.01985	OK	0.513	1.39E-09	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_2_F11_PS_MED_post2009(11)	-1.102	4	-3	2	-1.12285	OK	0.454	-6.59E-09	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F11_PS_MED_post2009(11)	0.150	4	-1	3	0.127214	OK	0.438	7.17E-09	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F11_PS_MED_post2009(11)	-1.306	4	-3	0	-1.30644	OK	0.130	2.84E-09	Normal	-1.3065	0.13	
SizeSpline_GradHi_F12_PS_OTH(12)	-0.128	4	-0.3	0.1	-0.121342	OK	0.051	-2.79E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_1_F12_PS_OTH(12)	-3.600	2	-8	0	-3.59953	OK	0.360	-1.30E-07	Normal	-3.5994	0.36	
SizeSpline_Val_2_F12_PS_OTH(12)	0.135	2	-4	4	0.111955	OK	0.538	-7.37E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_3_F12_PS_OTH(12)	-0.391	2	-4	4	-0.409651	OK	0.512	-3.88E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_4_F12_PS_OTH(12)	0.894	2	-2	3	0.868864	OK	0.544	1.88E-07	No_prior	NA	NA	NA
SizeSpline_Val_5_F12_PS_OTH(12)	0.154	2	-5	1	0.0669469	OK	0.773	4.58E-07	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_peak_F13_TP_pre2011(13)	230.277	3	180	250	229.733	OK	7.970	3.24E-07	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_top_logit_F13_TP_pre2011(13)	-9.425	3	-15	-5	-9.42526	OK	0.940	1.28E-08	Normal	-9.425	0.94	
Size_DbIn_ascend_se_F13_TP_pre2011(13)	7.422	2	5	10	7.42766	OK	0.296	-3.55E-07	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_descend_se_F13_TP_pre2011(13)	5.573	2	4	9	5.72499	OK	0.979	8.73E-08	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_peak_F14_TP_post2012(14)	226.793	3	180	260	226.896	OK	12.292	1.43E-09	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_top_logit_F14_TP_post2012(14)	-8.931	3	-15	-5	-8.93106	OK	0.890	-5.52E-08	Normal	-8.9308	0.89	
Size_DbIn_ascend_se_F14_TP_post2012(14)	7.429	2	5	10	7.4075	OK	0.486	-5.18E-08	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_descend_se_F14_TP_post2012(14)	7.436	2	3	10	7.42223	OK	1.801	-5.50E-09	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_peak_F15_TP_OTH(15)	143.586	3	110	180	143.136	OK	6.622	2.56E-07	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_top_logit_F15_TP_OTH(15)	-7.625	3	-12	-4	-7.6247	OK	0.761	-4.47E-10	Normal	-7.627	0.76	
Size_DbIn_ascend_se_F15_TP_OTH(15)	6.196	2	4	8	6.17412	OK	0.437	-9.70E-08	No_prior	NA	NA	NA
Size_DbIn_descend_se_F15_TP_OTH(15)	9.413	2	7	10	9.42498	OK	0.360	1.51E-07	No_prior	NA	NA	NA

**Table 9.** Estimates of spawning stock biomass (SSB), biomass, recruitments (age 1), exploitation rate, fishing mortalities for ages 2 to 5 and ages older than 10 of VPA (run 385), Stock Synthesis (run 16 reweight), and ASAP (base run 2) for East Atlantic and Mediterranean bluefin tuna with 95% confidence intervals.

Year	SSB (t)										
	VPA_Run385	VPA_LCI	VPA_UCI	SS3_Run16	reweight	SS3_LCI	SS3_UCI	ASAP24	CV20%	ASAP_LCI	ASAP_UCI
1950					948312	867727	1028897				
1951					906005	828706	983304				
1952					850853	776821	924885				
1953					791021	720192	861850				
1954					731864	664198	799530				
1955					665532	600969	730095				
1956					611613	550024	673202				
1957					554599	495826	613372				
1958					503476	447331	559621				
1959					462140	408336	515944				
1960					422455	370587	474323				
1961					385462	335255	435669				
1962					348694	299940	397448				
1963					325627	278144	373110				
1964					303115	256728	349502				
1965					283127	237557	328697				
1966					269193	224367	314019				
1967					251332	207169	295495				
1968	239886	225595	254177		241577	198041	285113	298517	167814	429220	
1969	268535	251363	285707		227349	184715	269983	302262	181636	422888	
1970	289262	269871	308653		217305	175684	258926	312785	193123	432447	
1971	312317	290725	333909		209343	168730	249956	320678	203842	437514	
1972	338769	314753	362785		201616	162110	241122	323296	215647	430945	
1973	357986	332087	383885		196387	157949	234825	337840	230996	444684	
1974	361138	334205	388071		183091	145780	220402	348278	246199	450357	
1975	390251	359828	420674		171307	135172	207442	333246	244870	421622	
1976	341777	313755	369799		160201	125261	195141	331347	246561	416133	
1977	348119	318087	378151		156965	123170	190760	328222	246333	410111	
1978	324933	295734	354132		154088	121462	186714	330418	252571	408265	
1979	306248	277742	334754		152885	121440	184330	339616	261598	417634	
1980	285850	258232	313468		149085	118911	179259	329467	258836	400098	
1981	262676	236270	289082		146804	118012	175596	325726	258523	392929	
1982	259767	232305	287229		137017	109793	164241	312538	249287	375789	
1983	238255	211413	265097		128455	102903	154007	298936	239223	358649	
1984	225662	198370	252954		117831	94055	141607	284182	227324	341040	
1985	221093	192433	249753		109679	87692	131666	269586	215923	323249	
1986	218158	187975	248341		105891	85688	126094	256107	204673	307541	
1987	198189	169056	227322		103146	84604	121688	258815	206710	310920	
1988	193336	162974	223698		96442	79603	113280	247444	197315	297573	
1989	190146	158177	222115		95675	80539	110811	235190	186894	283486	
1990	179195	147217	211173		94336	80723	107950	225334	178841	271827	
1991	169154	137258	201050		97337	85067	109608	218791	173580	264002	
1992	179847	145221	214473		103931	92927	114935	210975	167226	254724	
1993	184727	148707	220747		118599	108317	128881	205841	163280	248402	
1994	176157	140348	211966		122636	112698	132574	197922	158506	237338	
1995	177291	138244	216338		119190	109280	129100	195195	156901	233489	
1996	180321	139522	221120		119528	109445	129611	203174	163998	242350	
1997	187843	148655	227031		124364	113815	134913	205358	165639	245077	
1998	204471	162519	246423		133042	122166	143918	230288	182170	278406	
1999	212993	173578	252408		132804	121870	143738	202259	163055	241463	
2000	212344	176190	248498		130192	118938	141446	204723	165307	244139	
2001	215239	180808	249670		125693	114371	137015	189040	153088	224992	
2002	230005	196468	263542		120564	109734	131394	183762	148574	218950	
2003	232150	202096	262204		118414	108011	128817	174179	141061	207297	
2004	225485	195874	255096		114524	104529	124519	165248	133808	196688	
2005	217045	186252	247838		114978	105440	124516	156222	126836	185608	
2006	208083	174617	241549		117273	107296	127250	154393	125397	183389	
2007	196382	159317	233447		114069	101055	127083	152852	123076	182628	
2008	197695	156547	238843		132993	114961	151025	163178	130593	195763	
2009	198233	152836	243630		160552	135876	185228	184320	147560	221080	
2010	205366	155021	255711		196484	164627	228341	215737	173309	258165	
2011	225260	167243	283277		228182	189928	266436	250257	201341	299173	
2012	233559	170022	297096		256261	212004	300518	285616	230667	340565	
2013	240117	170593	309641		282773	232465	333081	326757	263065	390449	
2014	249978	172102	327854		310567	254521	366613	362876	291232	434520	
2015	269948	179081	360815		334093	272908	395278	400688	319724	481652	
2016	294593	186219	402967		365250	297344	433156	447932	355971	539893	
2017	320202	191591	448813		396367	320774	471960	502611	396985	608237	
2018	354918	198455	511381		425000	340473	509527	545825	427915	663735	
2019	396904	209603	584205		453514	357174	549854	579404	449930	708878	
2020	444216	227399	661033		484878	371370	598386	626966	481863	772069	

**Table 9.** Continued.

Year	Biomass (t)						ASAP24_CV20%	ASAP_LCI	ASAP_UCI
	VPA_Run385	VPA_LCI	VPA_UCI	SS3 Run16 reweight	SS3_LCI	SS3_UCI			
1950				961594	881009	1042179			
1951				918292	840992	995591			
1952				862914	788882	936947			
1953				804225	733396	875055			
1954				746866	679199	814532			
1955				681302	616740	745865			
1956				628965	567376	690555			
1957				572696	513923	631468			
1958				520233	464087	576378			
1959				477031	423227	530834			
1960				436108	384241	487976			
1961				396765	346557	446972			
1962				358879	310125	407633			
1963				336702	289218	384185			
1964				317686	271300	364073			
1965				299251	253681	344820			
1966				283249	238423	328075			
1967				263853	219690	308015			
1968	285600	268262	302938	251123	207587	294659	362371	223417	501325
1969	297400	278321	316479	238294	195660	280927	357764	229245	486283
1970	304400	284085	324715	230291	188670	271912	365750	238773	492727
1971	331600	308854	354346	223244	182631	263858	384540	260766	508314
1972	356000	330943	381057	216633	177127	256140	386733	272855	500611
1973	377400	350178	404622	213581	175143	252018	402431	289382	515480
1974	381800	353357	410243	202378	165067	239689	417673	309495	525851
1975	412300	380094	444506	190396	154261	226531	397801	303833	491769
1976	366600	336478	396722	177859	142919	212798	393769	303531	484007
1977	371400	339330	403470	169919	136124	203713	389094	301939	476249
1978	344200	313269	375131	166049	133422	198675	386478	303635	469321
1979	325900	295598	356202	165475	134030	196919	393436	310467	476405
1980	301700	272692	330708	163590	133416	193764	380987	305819	456155
1981	281300	253316	309284	161668	132876	190460	374961	303411	446511
1982	283200	253651	312749	153533	126309	180756	368732	301277	436187
1983	264300	235149	293451	145627	120075	171179	362486	298369	426603
1984	254100	224118	284082	134629	110852	158405	349283	287960	410606
1985	245700	214354	277046	127890	105903	149877	328230	270239	386221
1986	244300	211429	277171	125332	105130	145535	316944	261015	372873
1987	223300	191761	254839	125803	107261	144345	315631	259267	371995
1988	223300	190457	256143	121229	104390	138067	310991	256501	365481
1989	226400	191841	260959	127452	112316	142588	301592	248748	354436
1990	218900	184538	253262	138832	125219	152446	297807	246747	348867
1991	219400	185016	253784	147408	135138	159679	299976	249900	350052
1992	234100	196712	271488	155340	144336	166344	301427	252658	350196
1993	239400	200550	278250	167310	157028	177592	310540	262951	358129
1994	242100	203356	280844	174028	164090	183966	330543	285126	375960
1995	251700	210229	293171	177324	167415	187234	320379	275979	364779
1996	250100	208229	291971	178964	168881	189046	323726	278278	369174
1997	255500	216216	294784	179717	169168	190266	320596	273848	367344
1998	267600	226160	309040	177127	166251	188002	327305	271425	383185
1999	277300	239591	315009	178472	167538	189407	292167	245639	338695
2000	277800	242935	312665	176184	164930	187439	293800	247011	340589
2001	275700	241285	310115	173606	162284	184928	272660	229536	315784
2002	281400	246067	316733	170753	159923	181583	269205	226591	311819
2003	277600	243534	311666	172098	161694	182501	261214	220438	301990
2004	272300	237811	306789	172040	162045	182035	255890	216243	295537
2005	263000	226597	299403	172787	163249	182324	243436	205708	281164
2006	249500	210372	288628	172988	163011	182965	246140	207991	284289
2007	233000	189982	276018	156379	143365	169393	248928	209118	288738
2008	225000	177905	272095	171490	153459	189522	256617	213619	299615
2009	226500	173826	279174	192604	167928	217280	275425	227225	323625
2010	234900	175896	293904	223477	191620	255335	306192	250904	361480
2011	258200	189380	327020	254248	215994	292502	341184	278676	403692
2012	273800	195637	351963	287370	243113	331626	386313	315784	456842
2013	280100	194852	365348	320402	270094	370710	435445	354477	516413
2014	301100	201934	400266	353639	297593	409685	504589	409809	599369
2015	328100	211875	444325	386199	325015	447384	530234	428594	631874
2016	381200	232644	529756	421685	353780	489591	577169	464257	690081
2017	400400	232222	568578	451101	375508	526694	650694	520309	781079
2018	430700	234818	626582	480323	395796	564850	705032	559965	850099
2019	460200	235078	685322	505672	409331	602012	743004	585008	901000
2020	472600	225317	719883	527340	413832	640847	800251	624002	976500

Table 9. Continued.

Year	R(age1)									
	VPA_Run385	VPA_LCI	VPA_UCI	SS3 Run16	reweight	SS3_LCI	SS3_UCI	ASAP24_CV20%	ASAP_LCI	ASAP_UCI
1950						619340				
1951						595190				
1952						683551				
1953						809974				
1954						969926				
1955						1210680				
1956						1021330				
1957						897374				
1958						1036640				
1959						767721				
1960						524917				
1961						464818				
1962						499026				
1963						579710				
1964						724594				
1965						1306730				
1966						527076				
1967						307412				
1968	952569	915938	1016073			663237		1114800	773682	1455918
1969	761415	737704	802568			545538		1185090	820020	1550160
1970	959166	931464	1007098			860638		1775830	1299726	2251934
1971	1347759	1303575	1424151			762649		1879110	1383269	2374951
1972	945180	917505	993069			954843		1482460	1062079	1902841
1973	1263823	1203595	1368030			649778		1060880	728229	1393531
1974	1436519	1383612	1528002			1550120		1796200	1328936	2263464
1975	1162414	1105603	1260690			885876		1137200	788888	1485512
1976	1366369	1298247	1484223			747970		1396070	1008578	1783562
1977	900868	863508	965432			457504		1253460	891389	1615531
1978	769933	738386	824437			709932		1185260	856019	1514501
1979	811534	764631	892604			691637		643851	416334	871368
1980	1225461	1174429	1313715			825704		1259560	920519	1598601
1981	1171809	1119077	1263061			804001		1053460	736606	1370314
1982	1481732	1406279	1612379			679473		1363100	982546	1743654
1983	2267481	2175796	2426260			1338200		2188650	1695044	2682256
1984	1250277	1185178	1363027			937058		1231250	873021	1589479
1985	1207180	1133834	1334320			738827		1035500	711845	1359155
1986	2007394	1933999	2134806			1346330		2031710	1554666	2508754
1987	1539480	1464895	1669235			1422790		1295980	915583	1676377
1988	2616677	2551657	2723191			1573080		2203320	1670455	2736185
1989	2649847	2543468	2799286			1297950		2072780	1532584	2612976
1990	2923355	2847272	3035257			3232230		2576500	1932189	3220811
1991	3292533	3204159	3412402			3913320		3042080	2268252	3815908
1992	3850347	3677997	4041774			1642510		3949560	2962680	4936440
1993	4135862	3994585	4283253			2112840		4779210	3619498	5938922
1994	4069719	3989614	4150731			3386090		4396610	3331703	5461517
1995	4631145	4571214	4711224			4623240		4445930	3379533	5512327
1996	4244162	4180298	4299238			2381140		4767840	3650111	5885569
1997	3210173	3145074	3275715			3050570		3327840	2468576	4187104
1998	3826774	3662573	4022859			2547790		2463860	1815786	3111934
1999	3448325	3181903	3767176			1503280		2148140	1595302	2700978
2000	2449526	2344684	2648618			3811770		2195220	1619529	2770911
2001	2195305	2084629	2405450			2594570		2120560	1553924	2687196
2002	2562746	2372160	2924570			2679550		2125990	1574642	2677338
2003	2118730	1978749	2384160			2864030		2490870	1874489	3107251
2004	2672458	2485444	3026745			4119080		3233760	2529356	3938164
2005	1823561	1647212	2157664			2863690		2472170	1859278	3085062
2006	1466805	1310683	1762769			2863870		2445930	1805108	3086752
2007	1364880	1193036	1690647			2514990		2349040	1692009	3006071
2008	1347949	1094584	1828608			1382370		2328480	1618921	3038039
2009	1342315	1067024	1864691			902934		2319600	1595400	3043800
2010	1408294	1090797	2011138			1314750		2123250	1404342	2842158
2011	1722277	1286748	2549582			1604990		2477390	1610952	3343828
2012	2218714	1573658	3444400			874240		2749590	1826332	3672848
2013	2706381	1848570	4099031			2264720		3303090	2156372	4449808
2014	3315854	2207793	5019920			2702610		4612340	3110647	6114033
2015	3421524	2175235	5518785			2223710		2572110	1576920	3567300
2016	4475371	3022224	7682137			2404670		2306140	1390820	3221460
2017	4552691	3516704	8283249			3519150		5187660	3376346	6998974
2018						1712790		5339560	2863492	7815628
2019						2505140		2592230	835639	4348821
2020						1742250		1902160	148195	3656125

Table 9. Continued.

Year	Exploitation rate								
	VPA_Run385	VPA_LCI	VPA_UCI	SS3 Run16 reweight	SS3_LCI	SS3_UCI	ASAP24_CVASAP	LCI	ASAP_UCI
1950				0.03	0.02	0.03			
1951				0.03	0.03	0.03			
1952				0.04	0.04	0.05			
1953				0.05	0.04	0.05			
1954				0.05	0.04	0.05			
1955				0.06	0.05	0.06			
1956				0.04	0.04	0.05			
1957				0.06	0.05	0.06			
1958				0.06	0.05	0.06			
1959				0.05	0.05	0.06			
1960				0.05	0.05	0.06			
1961				0.06	0.06	0.07			
1962				0.07	0.06	0.08			
1963				0.05	0.04	0.05			
1964				0.05	0.04	0.06			
1965				0.05	0.05	0.06			
1966				0.05	0.04	0.06			
1967				0.07	0.06	0.08			
1968	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.06	0.04	0.03	0.07
1969	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.07	0.04	0.03	0.07
1970	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04	0.05	0.03	0.02	0.05
1971	0.03	0.04	0.03	0.05	0.04	0.06	0.03	0.02	0.04
1972	0.03	0.03	0.03	0.05	0.04	0.06	0.03	0.02	0.04
1973	0.03	0.03	0.03	0.05	0.04	0.06	0.03	0.02	0.04
1974	0.05	0.05	0.05	0.09	0.07	0.11	0.05	0.04	0.06
1975	0.05	0.05	0.05	0.11	0.09	0.13	0.05	0.04	0.07
1976	0.06	0.06	0.05	0.12	0.09	0.14	0.06	0.05	0.07
1977	0.05	0.05	0.04	0.11	0.09	0.13	0.05	0.04	0.06
1978	0.04	0.05	0.04	0.09	0.07	0.11	0.04	0.03	0.05
1979	0.04	0.04	0.03	0.07	0.06	0.09	0.03	0.03	0.04
1980	0.05	0.05	0.04	0.08	0.07	0.10	0.04	0.03	0.05
1981	0.05	0.05	0.04	0.09	0.07	0.10	0.04	0.03	0.05
1982	0.08	0.08	0.07	0.14	0.11	0.16	0.06	0.05	0.08
1983	0.08	0.09	0.07	0.14	0.12	0.17	0.06	0.05	0.08
1984	0.10	0.10	0.08	0.17	0.14	0.20	0.08	0.06	0.09
1985	0.09	0.10	0.08	0.16	0.14	0.19	0.07	0.06	0.09
1986	0.08	0.09	0.07	0.15	0.13	0.18	0.06	0.05	0.08
1987	0.08	0.09	0.07	0.15	0.12	0.17	0.06	0.05	0.08
1988	0.11	0.12	0.09	0.19	0.16	0.22	0.08	0.07	0.10
1989	0.09	0.10	0.08	0.17	0.15	0.20	0.08	0.06	0.09
1990	0.11	0.12	0.09	0.19	0.16	0.21	0.08	0.07	0.10
1991	0.12	0.13	0.10	0.19	0.17	0.21	0.09	0.08	0.11
1992	0.13	0.15	0.11	0.22	0.20	0.23	0.11	0.09	0.13
1993	0.14	0.16	0.12	0.22	0.21	0.23	0.11	0.09	0.13
1994	0.19	0.21	0.16	0.28	0.27	0.29	0.13	0.12	0.15
1995	0.19	0.21	0.15	0.27	0.26	0.29	0.14	0.12	0.16
1996	0.20	0.23	0.17	0.29	0.28	0.31	0.16	0.14	0.18
1997	0.20	0.23	0.17	0.29	0.27	0.30	0.16	0.14	0.19
1998	0.18	0.21	0.15	0.28	0.26	0.29	0.13	0.11	0.16
1999	0.17	0.20	0.15	0.28	0.27	0.30	0.14	0.12	0.17
2000	0.18	0.20	0.15	0.28	0.27	0.29	0.14	0.12	0.17
2001	0.18	0.20	0.15	0.28	0.27	0.30	0.15	0.13	0.18
2002	0.17	0.19	0.15	0.29	0.27	0.30	0.16	0.14	0.19
2003	0.18	0.20	0.15	0.29	0.28	0.31	0.17	0.15	0.20
2004	0.18	0.20	0.15	0.29	0.28	0.30	0.16	0.14	0.19
2005	0.19	0.21	0.16	0.29	0.28	0.31	0.15	0.13	0.17
2006	0.20	0.22	0.16	0.29	0.27	0.31	0.15	0.13	0.18
2007	0.26	0.30	0.21	0.35	0.32	0.38	0.18	0.15	0.21
2008	0.11	0.13	0.08	0.16	0.14	0.17	0.09	0.08	0.11
2009	0.09	0.10	0.07	0.12	0.10	0.13	0.07	0.06	0.08
2010	0.05	0.06	0.04	0.06	0.05	0.07	0.04	0.03	0.04
2011	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.05	0.03	0.02	0.03
2012	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.05	0.03	0.02	0.03
2013	0.05	0.06	0.03	0.05	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04
2014	0.04	0.06	0.03	0.04	0.03	0.05	0.03	0.02	0.03
2015	0.05	0.06	0.03	0.05	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04
2016	0.05	0.07	0.03	0.05	0.04	0.06	0.03	0.03	0.04
2017	0.06	0.08	0.04	0.06	0.05	0.07	0.04	0.03	0.05
2018	0.06	0.09	0.04	0.06	0.05	0.07	0.04	0.03	0.05
2019	0.07	0.10	0.04	0.06	0.05	0.08	0.04	0.03	0.05
2020	0.07	0.11	0.04	0.07	0.05	0.08	0.04	0.04	0.06

Table 9. Continued.

Year	F ages 2-5								
	VPA_Run3i	VPA_LCI	VPA_UCI	SS3_Run16	SS3_LCI	SS3_UCI	ASAP24_CV20%	ASAP_LCI	ASAP_UCI
1950				0.05	0.04	0.06			
1951				0.10	0.07	0.13			
1952				0.16	0.10	0.22			
1953				0.18	0.11	0.24			
1954				0.26	0.16	0.35			
1955				0.31	0.20	0.42			
1956				0.15	0.10	0.20			
1957				0.16	0.11	0.20			
1958				0.15	0.11	0.19			
1959				0.13	0.09	0.16			
1960				0.05	0.04	0.06			
1961				0.06	0.05	0.07			
1962				0.07	0.05	0.08			
1963				0.06	0.05	0.08			
1964				0.06	0.05	0.08			
1965				0.08	0.06	0.10			
1966				0.15	0.13	0.18			
1967				0.11	0.09	0.13			
1968	0.05	0.04	0.05	0.11	0.08	0.15	0.07		
1969	0.04	0.04	0.05	0.12	0.10	0.15	0.08		
1970	0.04	0.04	0.04	0.15	0.12	0.18	0.05		
1971	0.05	0.05	0.05	0.18	0.13	0.22	0.05		
1972	0.08	0.08	0.09	0.13	0.10	0.15	0.05		
1973	0.06	0.06	0.07	0.14	0.11	0.16	0.05		
1974	0.13	0.12	0.14	0.11	0.09	0.13	0.08		
1975	0.07	0.07	0.08	0.11	0.09	0.12	0.09		
1976	0.12	0.11	0.13	0.13	0.10	0.15	0.10		
1977	0.08	0.07	0.09	0.14	0.12	0.16	0.09		
1978	0.08	0.07	0.08	0.13	0.11	0.15	0.07		
1979	0.07	0.06	0.07	0.11	0.09	0.12	0.06		
1980	0.08	0.07	0.08	0.10	0.09	0.12	0.07		
1981	0.08	0.07	0.09	0.10	0.08	0.11	0.07		
1982	0.14	0.13	0.15	0.15	0.12	0.18	0.11		
1983	0.12	0.11	0.13	0.19	0.16	0.22	0.14		
1984	0.16	0.14	0.17	0.19	0.17	0.22	0.16		
1985	0.21	0.19	0.23	0.21	0.17	0.24	0.16		
1986	0.12	0.10	0.13	0.19	0.16	0.22	0.14		
1987	0.16	0.14	0.17	0.19	0.16	0.22	0.14		
1988	0.17	0.15	0.18	0.23	0.20	0.27	0.19		
1989	0.17	0.15	0.19	0.18	0.16	0.21	0.17		
1990	0.20	0.18	0.21	0.16	0.14	0.18	0.19		
1991	0.19	0.17	0.20	0.15	0.13	0.17	0.20		
1992	0.18	0.16	0.18	0.15	0.14	0.17	0.22		
1993	0.22	0.21	0.23	0.19	0.17	0.20	0.22		
1994	0.15	0.14	0.15	0.24	0.22	0.27	0.25		
1995	0.13	0.12	0.14	0.23	0.20	0.25	0.25		
1996	0.20	0.19	0.21	0.22	0.20	0.24	0.30		
1997	0.18	0.17	0.19	0.21	0.20	0.23	0.30		
1998	0.22	0.21	0.22	0.22	0.20	0.24	0.26		
1999	0.15	0.15	0.16	0.24	0.21	0.27	0.14		
2000	0.14	0.13	0.14	0.28	0.24	0.31	0.14		
2001	0.16	0.15	0.17	0.23	0.20	0.26	0.16		
2002	0.14	0.13	0.15	0.28	0.24	0.31	0.16		
2003	0.14	0.13	0.15	0.21	0.18	0.24	0.18		
2004	0.14	0.12	0.15	0.24	0.21	0.26	0.17		
2005	0.11	0.09	0.12	0.22	0.20	0.25	0.15		
2006	0.12	0.10	0.13	0.21	0.18	0.24	0.09		
2007	0.18	0.14	0.20	0.32	0.28	0.37	0.11		
2008	0.15	0.12	0.17	0.08	0.06	0.09	0.06		
2009	0.05	0.04	0.06	0.04	0.03	0.05	0.04		
2010	0.05	0.04	0.06	0.02	0.02	0.03	0.02		
2011	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02		
2012	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02		
2013	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02		
2014	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01		
2015	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02		
2016	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02		
2017	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01	0.02	0.02		
2018	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03		
2019	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03		
2020	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03		

Table 9. Continued.

Year	F ages 10+								
	VPA_Run385	VPA_LCI	VPA_UCI	SS3 Run16 reweight	SS3_LCI	SS3_UCI	ASAP24_CV20%	ASAP_LCI	ASAP_UCI
1950				0.03	0.03	0.04			
1951				0.03	0.03	0.04			
1952				0.04	0.04	0.05			
1953				0.05	0.04	0.05			
1954				0.04	0.04	0.05			
1955				0.06	0.05	0.06			
1956				0.05	0.05	0.06			
1957				0.07	0.06	0.07			
1958				0.07	0.06	0.08			
1959				0.06	0.05	0.07			
1960				0.07	0.06	0.08			
1961				0.08	0.07	0.09			
1962				0.09	0.08	0.11			
1963				0.06	0.05	0.07			
1964				0.07	0.06	0.08			
1965				0.07	0.06	0.08			
1966				0.05	0.04	0.06			
1967				0.08	0.07	0.10			
1968	0.06	0.05	0.06	0.06	0.04	0.07	0.05	0.03	0.07
1969	0.07	0.07	0.08	0.07	0.05	0.08	0.05	0.03	0.07
1970	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.06	0.04	0.02	0.05
1971	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03	0.06	0.04	0.02	0.05
1972	0.03	0.03	0.03	0.05	0.04	0.06	0.03	0.02	0.05
1973	0.02	0.02	0.02	0.05	0.04	0.06	0.03	0.02	0.04
1974	0.04	0.03	0.04	0.12	0.09	0.14	0.06	0.04	0.08
1975	0.05	0.04	0.05	0.15	0.11	0.18	0.07	0.04	0.09
1976	0.05	0.05	0.06	0.16	0.12	0.21	0.07	0.05	0.09
1977	0.04	0.04	0.05	0.14	0.10	0.18	0.06	0.04	0.08
1978	0.04	0.03	0.04	0.11	0.08	0.15	0.05	0.03	0.07
1979	0.03	0.03	0.03	0.10	0.07	0.13	0.04	0.03	0.05
1980	0.04	0.04	0.05	0.12	0.08	0.15	0.05	0.03	0.07
1981	0.04	0.04	0.04	0.12	0.09	0.15	0.05	0.03	0.07
1982	0.06	0.06	0.07	0.19	0.14	0.24	0.08	0.05	0.11
1983	0.07	0.06	0.07	0.18	0.14	0.22	0.09	0.05	0.12
1984	0.07	0.06	0.08	0.23	0.17	0.29	0.10	0.06	0.14
1985	0.06	0.05	0.07	0.22	0.16	0.28	0.10	0.06	0.14
1986	0.06	0.05	0.07	0.21	0.15	0.27	0.09	0.05	0.13
1987	0.06	0.05	0.07	0.19	0.14	0.24	0.09	0.05	0.13
1988	0.08	0.07	0.09	0.27	0.20	0.35	0.12	0.07	0.17
1989	0.07	0.05	0.08	0.26	0.19	0.33	0.11	0.06	0.15
1990	0.08	0.06	0.09	0.33	0.24	0.42	0.12	0.07	0.17
1991	0.10	0.08	0.11	0.39	0.28	0.50	0.13	0.08	0.18
1992	0.10	0.08	0.12	0.47	0.35	0.59	0.14	0.09	0.20
1993	0.09	0.07	0.11	0.51	0.38	0.64	0.14	0.08	0.19
1994	0.24	0.18	0.30	0.82	0.60	1.03	0.16	0.09	0.22
1995	0.30	0.20	0.41	0.89	0.68	1.10	0.16	0.10	0.22
1996	0.38	0.22	0.62	1.00	0.77	1.23	0.19	0.11	0.26
1997	0.42	0.24	0.70	1.01	0.80	1.21	0.19	0.11	0.26
1998	0.33	0.20	0.54	0.77	0.64	0.90	0.17	0.09	0.24
1999	0.41	0.25	0.68	0.67	0.56	0.77	0.26	0.17	0.36
2000	0.46	0.27	0.79	0.70	0.58	0.82	0.26	0.17	0.36
2001	0.37	0.23	0.62	0.77	0.63	0.91	0.29	0.19	0.39
2002	0.35	0.23	0.57	0.67	0.56	0.78	0.29	0.19	0.40
2003	0.34	0.23	0.53	0.69	0.58	0.79	0.32	0.21	0.44
2004	0.35	0.24	0.50	0.65	0.55	0.76	0.31	0.20	0.41
2005	0.41	0.29	0.60	0.71	0.59	0.83	0.28	0.18	0.37
2006	0.43	0.29	0.62	0.80	0.65	0.95	0.32	0.22	0.42
2007	0.45	0.33	0.58	0.83	0.65	1.01	0.39	0.26	0.52
2008	0.09	0.07	0.11	0.48	0.38	0.58	0.21	0.14	0.27
2009	0.08	0.06	0.10	0.32	0.25	0.38	0.15	0.11	0.20
2010	0.03	0.02	0.04	0.15	0.12	0.18	0.08	0.05	0.10
2011	0.04	0.03	0.05	0.10	0.08	0.12	0.06	0.04	0.07
2012	0.05	0.03	0.06	0.08	0.06	0.10	0.05	0.04	0.07
2013	0.05	0.04	0.07	0.08	0.06	0.09	0.06	0.04	0.07
2014	0.07	0.05	0.08	0.06	0.05	0.08	0.05	0.04	0.06
2015	0.07	0.05	0.09	0.07	0.05	0.08	0.04	0.02	0.06
2016	0.08	0.05	0.10	0.07	0.06	0.09	0.05	0.03	0.07
2017	0.09	0.06	0.13	0.08	0.06	0.10	0.05	0.03	0.07
2018	0.12	0.07	0.17	0.09	0.07	0.12	0.06	0.03	0.08
2019	0.13	0.08	0.19	0.10	0.08	0.13	0.06	0.03	0.09
2020	0.11	0.06	0.18	0.11	0.08	0.14	0.06	0.03	0.10

**Table 10.** Projection settings for selectivity, weight-at-age and natural mortality-at-age (M) for VPA.

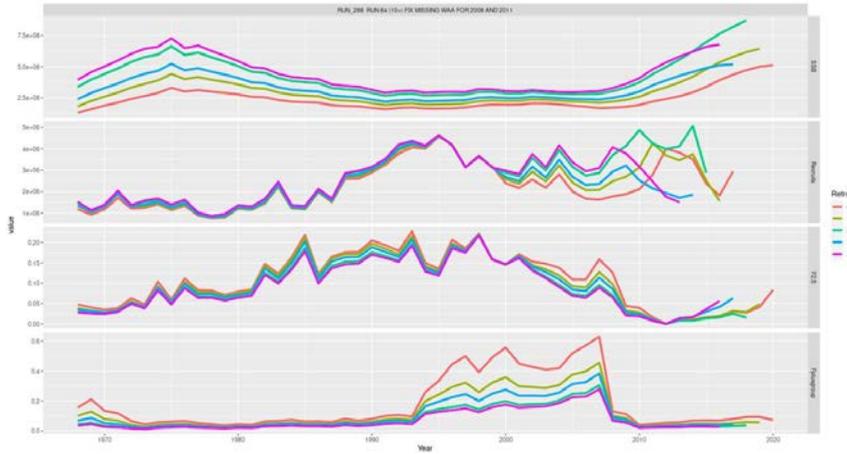
Age	Maturity	Selectivity (recent 2007- 2016)	Selectivity (recent 1968- 2016)	Weight	M
1	0	0.0031	0.0033	4.116	0.38
2	0	0.1830	0.1905	10.004	0.3
3	0.25	0.0900	0.0919	21.465	0.24
4	0.5	0.1785	0.1785	35.707	0.2
5	1	0.2165	0.2165	49.844	0.18
6	1	0.1554	0.1554	68.257	0.16
7	1	0.1972	0.1972	93.386	0.14
8	1	0.3746	0.3746	113.555	0.13
9	1	1.0000	1.0000	136.736	0.12
10+	1	0.7500	0.7500	Growth curve	0.10

**Table 11.** Projection settings for selectivity, weight-at-age and natural mortality-at-age (M) for Stock Synthesis.

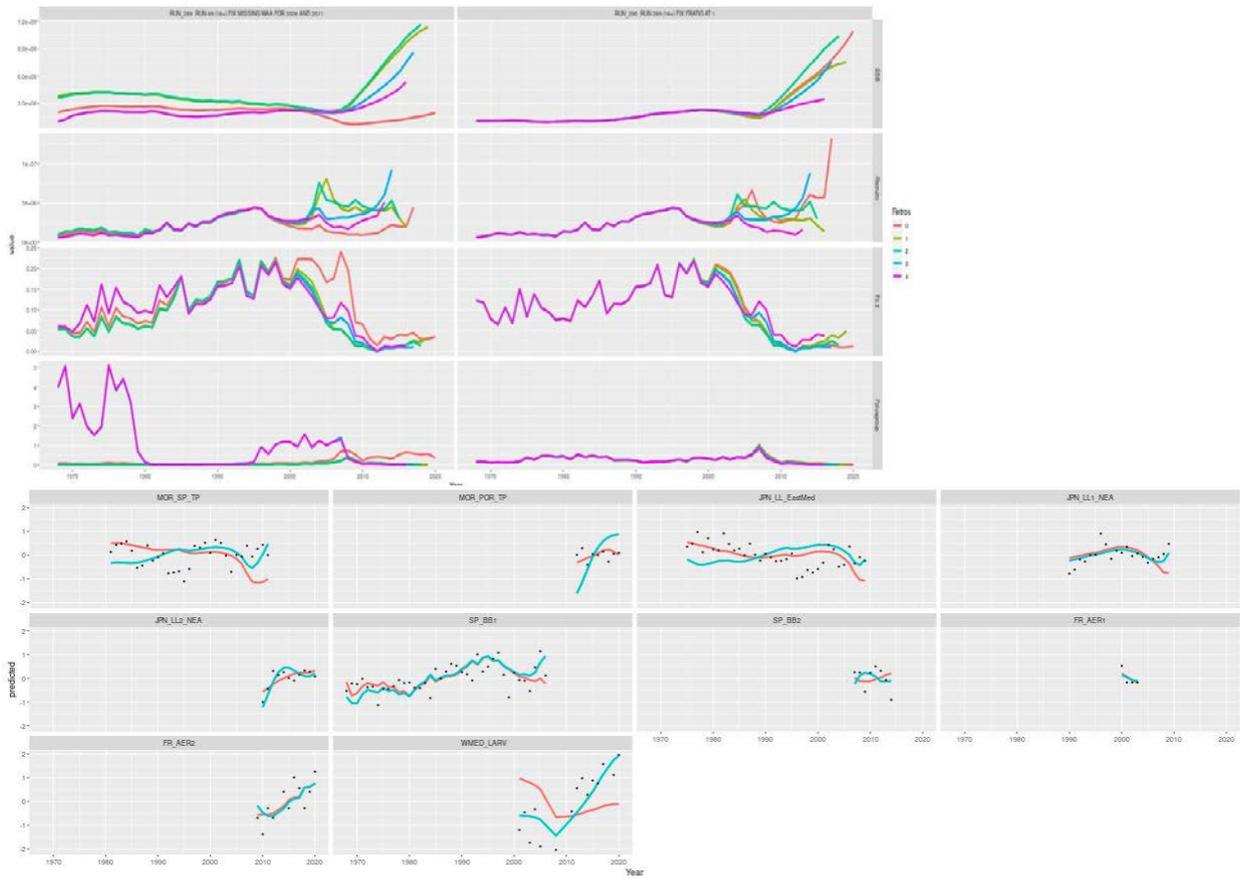
Age	M	Weight	Selectivity
0	0.502	0.045	0.000
1	0.322	3.532	0.013
2	0.266	7.903	0.156
3	0.226	15.533	0.121
4	0.195	27.285	0.206
5	0.173	43.536	0.251
6	0.156	64.033	0.244
7	0.143	87.95	0.369
8	0.134	114.095	0.623
9	0.126	141.162	0.830
10	0.120	167.948	0.944
11	0.116	193.487	0.998
12	0.112	217.103	1.000
13	0.109	238.401	0.957
14	0.107	257.217	0.887
15	0.105	273.566	0.810
16	0.103	287.579	0.738
17	0.102	299.457	0.677
18	0.101	309.435	0.627
19	0.101	317.756	0.588
20	0.100	324.654	0.558
21	0.100	330.346	0.534
22	0.099	335.023	0.516
23	0.099	338.855	0.501
24	0.099	341.987	0.490
25	0.098	344.54	0.481
26	0.098	346.619	0.474
27	0.098	348.309	0.468
28	0.098	349.682	0.463
29	0.098	350.796	0.457
30	0.098	352.259	0.455

**Table 12.** Projection settings for selectivity, weight-at-age and natural mortality-at-age (M) for ASAP.

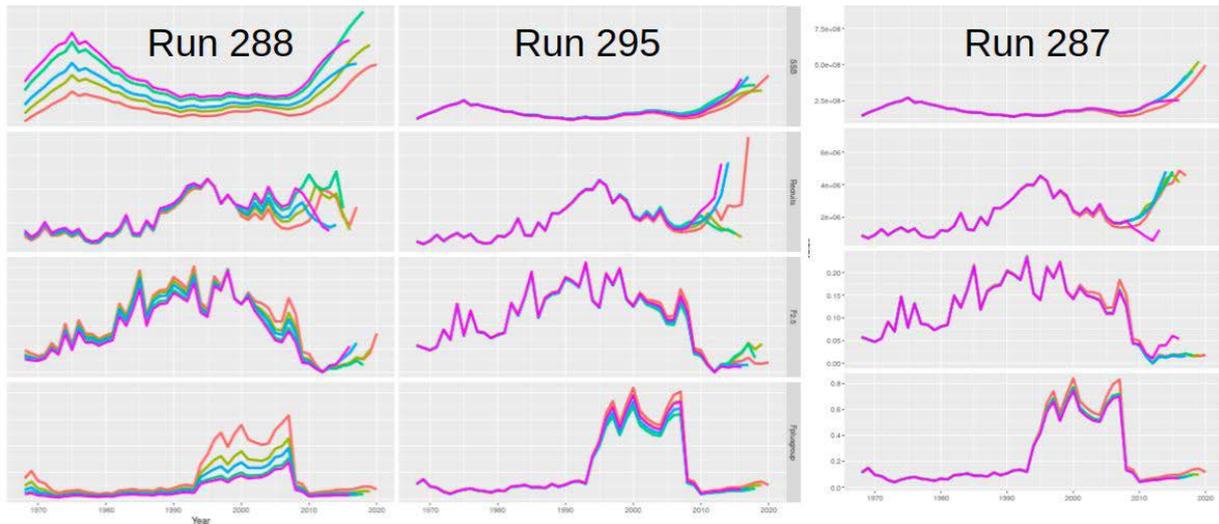
<b>Age</b>	<b>base2-Selectivity</b>	<b>weight</b>	<b>M</b>
1	0.008	5	0.38
2	0.284	12	0.30
3	0.205	24	0.24
4	0.421	34	0.20
5	0.451	50	0.18
6	0.309	67	0.16
7	0.337	91	0.14
8	0.534	114	0.13
9	0.931	137	0.12
10	1.000	163	0.12
11	0.941	186	0.11
12	0.860	209	0.11
13	0.700	234	0.11
14	0.573	257	0.10
15	0.476	279	0.10
16	0.341	328	0.10



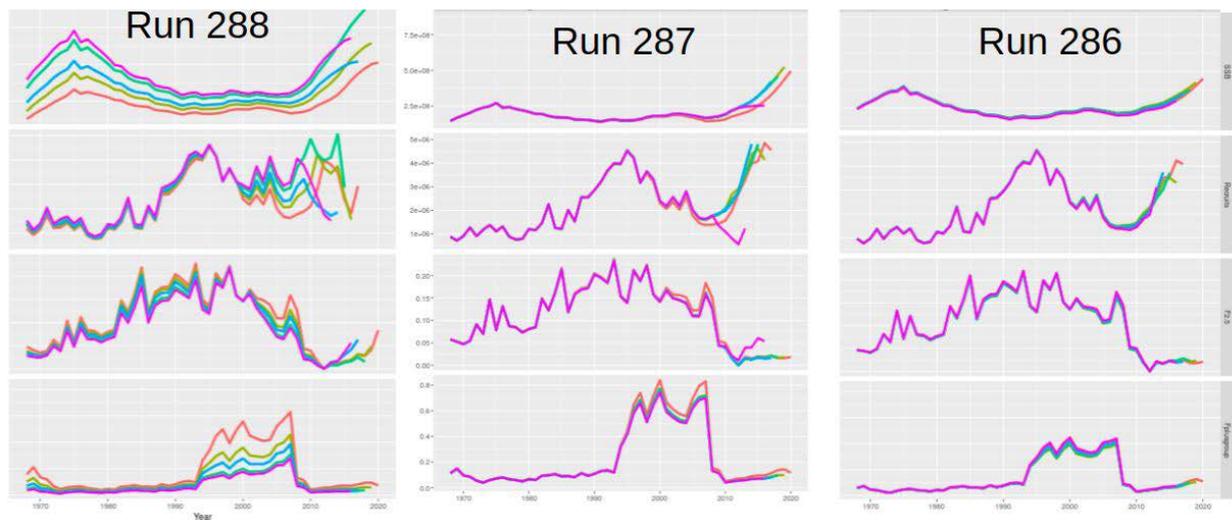
**Figure 1.** VPA Continuity run in 2022 (Run 288). Trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) are shown. The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis.



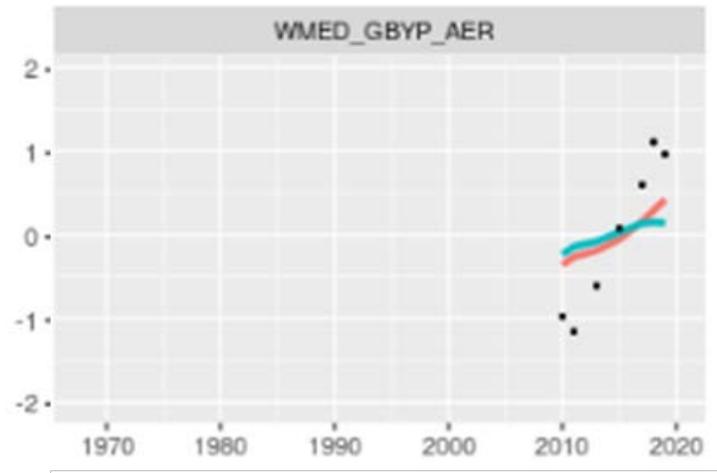
**Figure 2.** VPA exploratory runs for the possibility of using 16+ as a plus group. Top panels show trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) for Runs 289 (left) and 290 (right). The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis. Bottom panels show the fit to indices for Run 289 (green lines) and Run 290 (red lines).



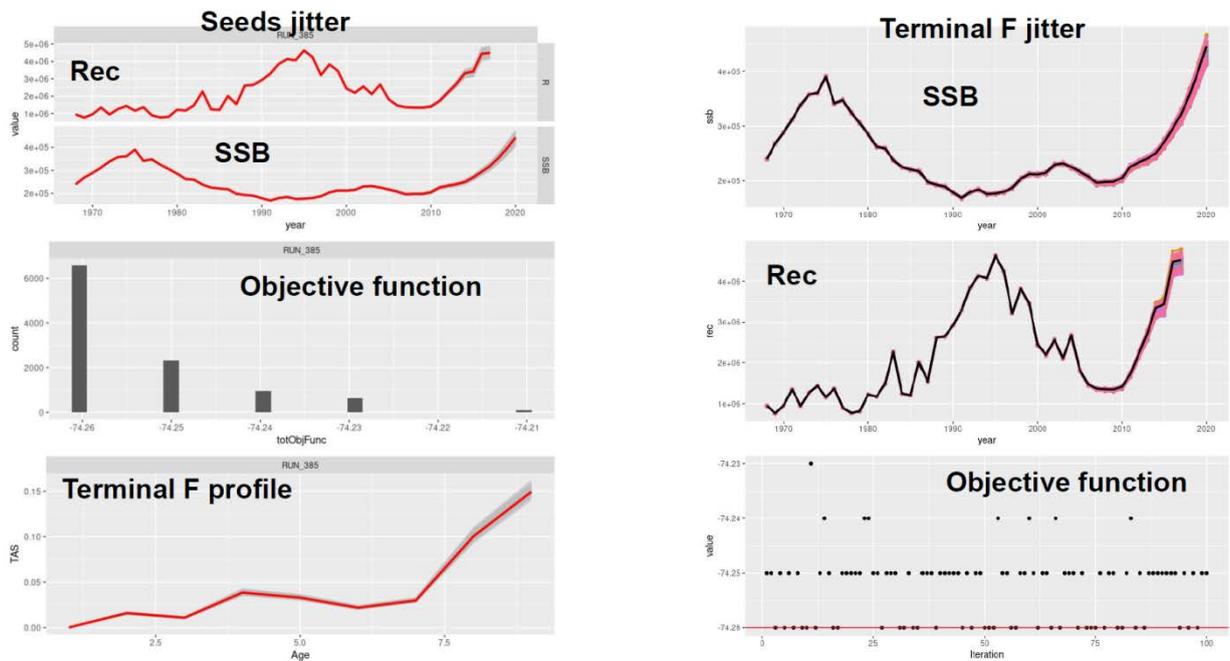
**Figure 3.** VPA exploratory runs for exploring the stability aspect of the continuity run (Run 288). Trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) for Runs 288 (left), 295 (middle) and 287 (right). The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis.



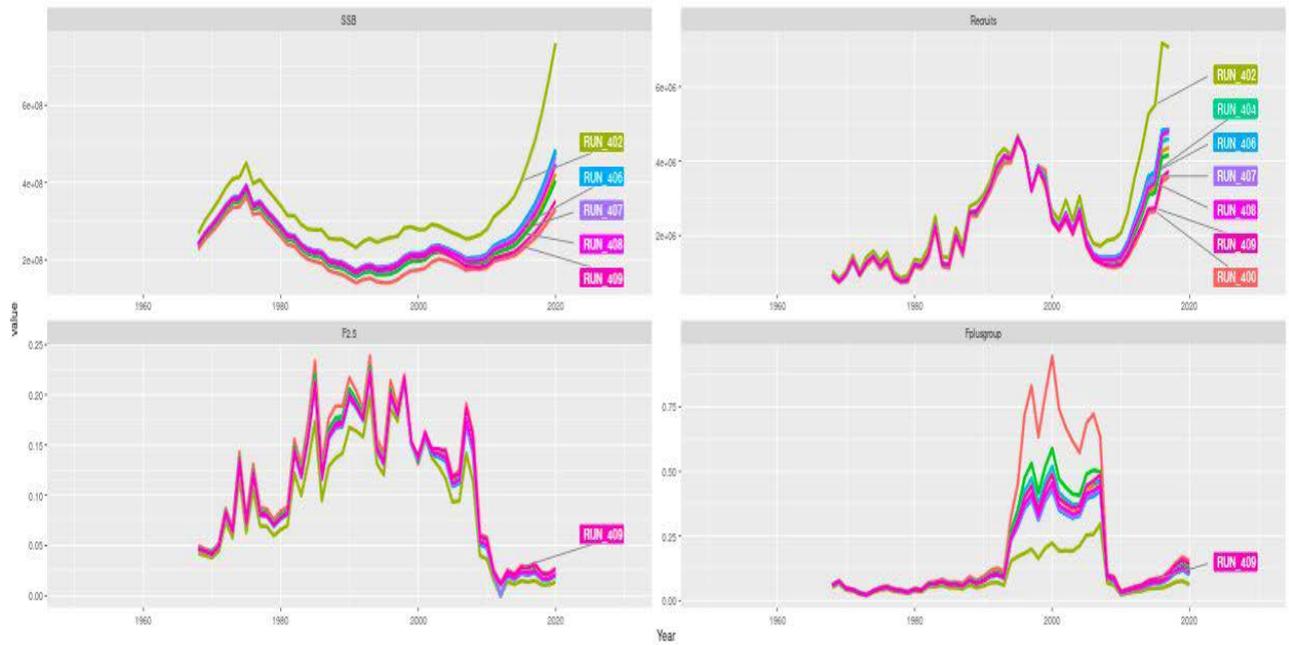
**Figure 4.** VPA exploratory runs for exploring the stability aspect of the continuity run (Run 288). Trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) for Runs 288 (left), 287 (middle) and 286 (right). The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis.



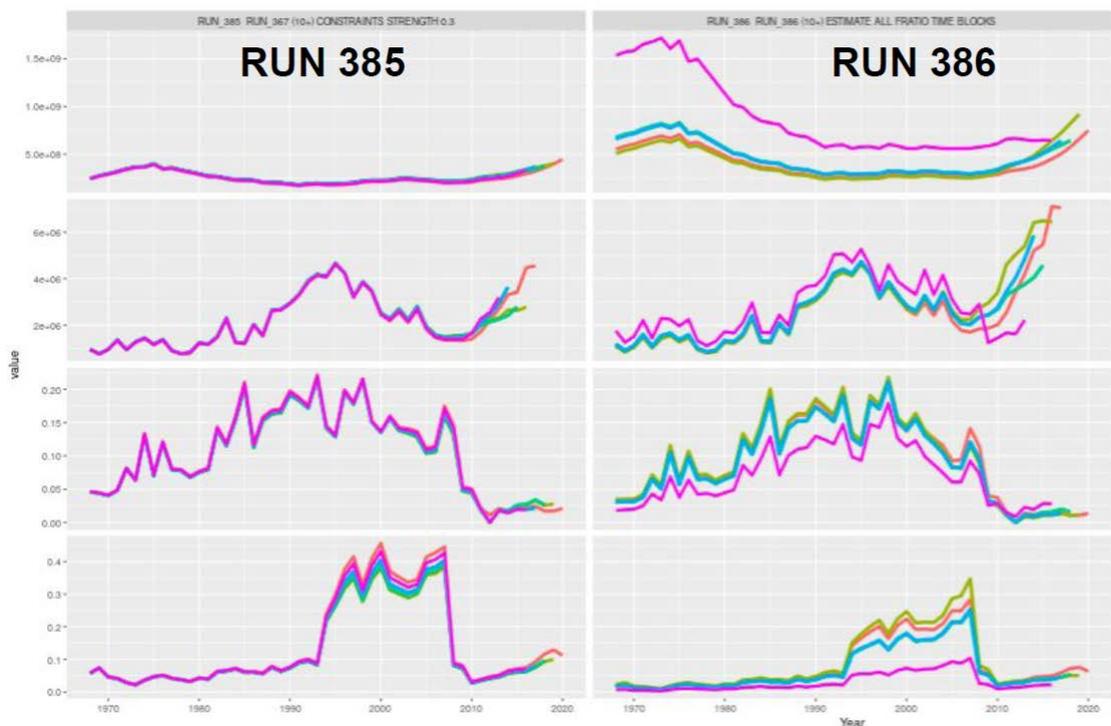
**Figure 5.** Fit to the western Mediterranean GBYP aerial survey index in VPA Runs 303 (red) and 304 (green).



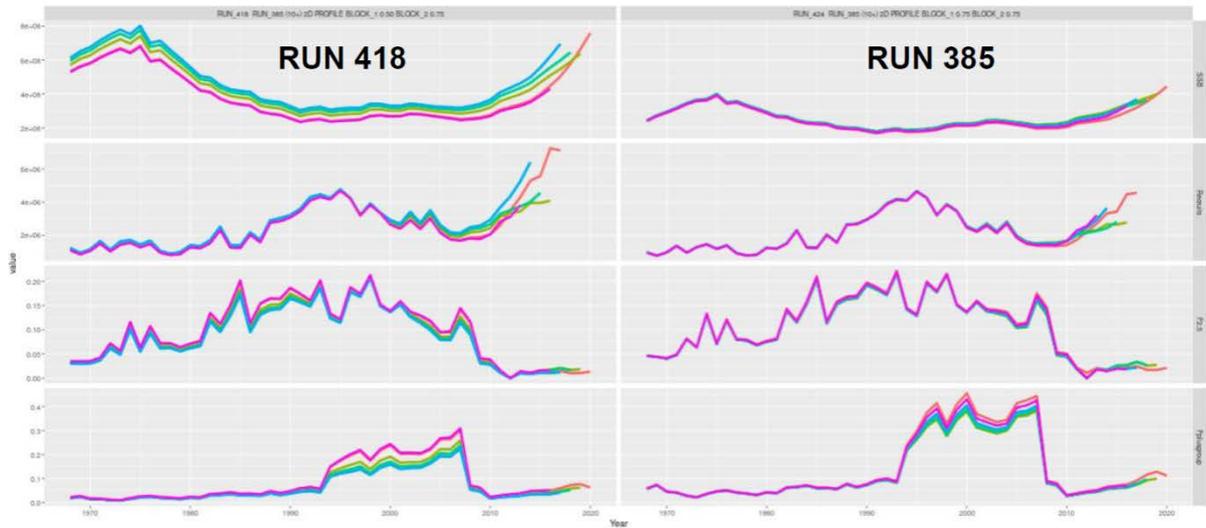
**Figure 6.** Jittering the seed for the random number generator and the terminal F based on VPA Run 385.



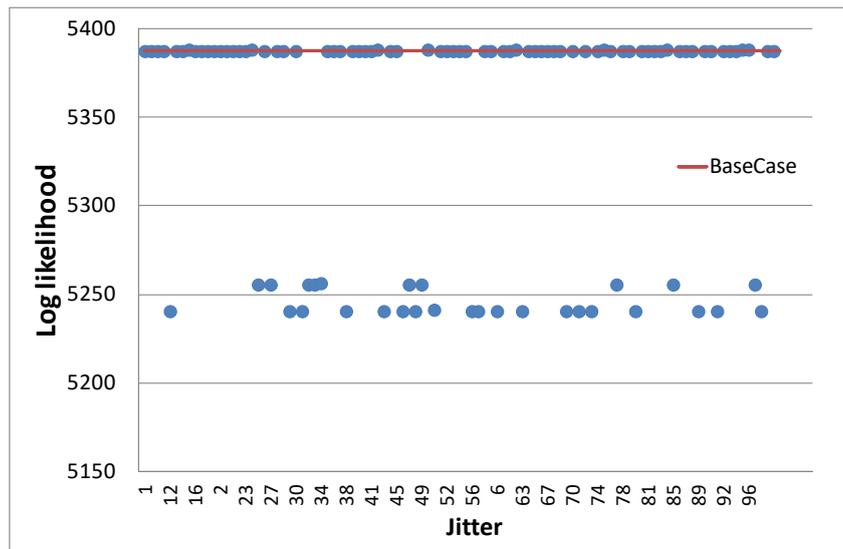
**Figure 7.** Jackknife analysis based on VPA Run 385 (red line). The most influential index was JPN\_LL\_NEAtlMed in green.



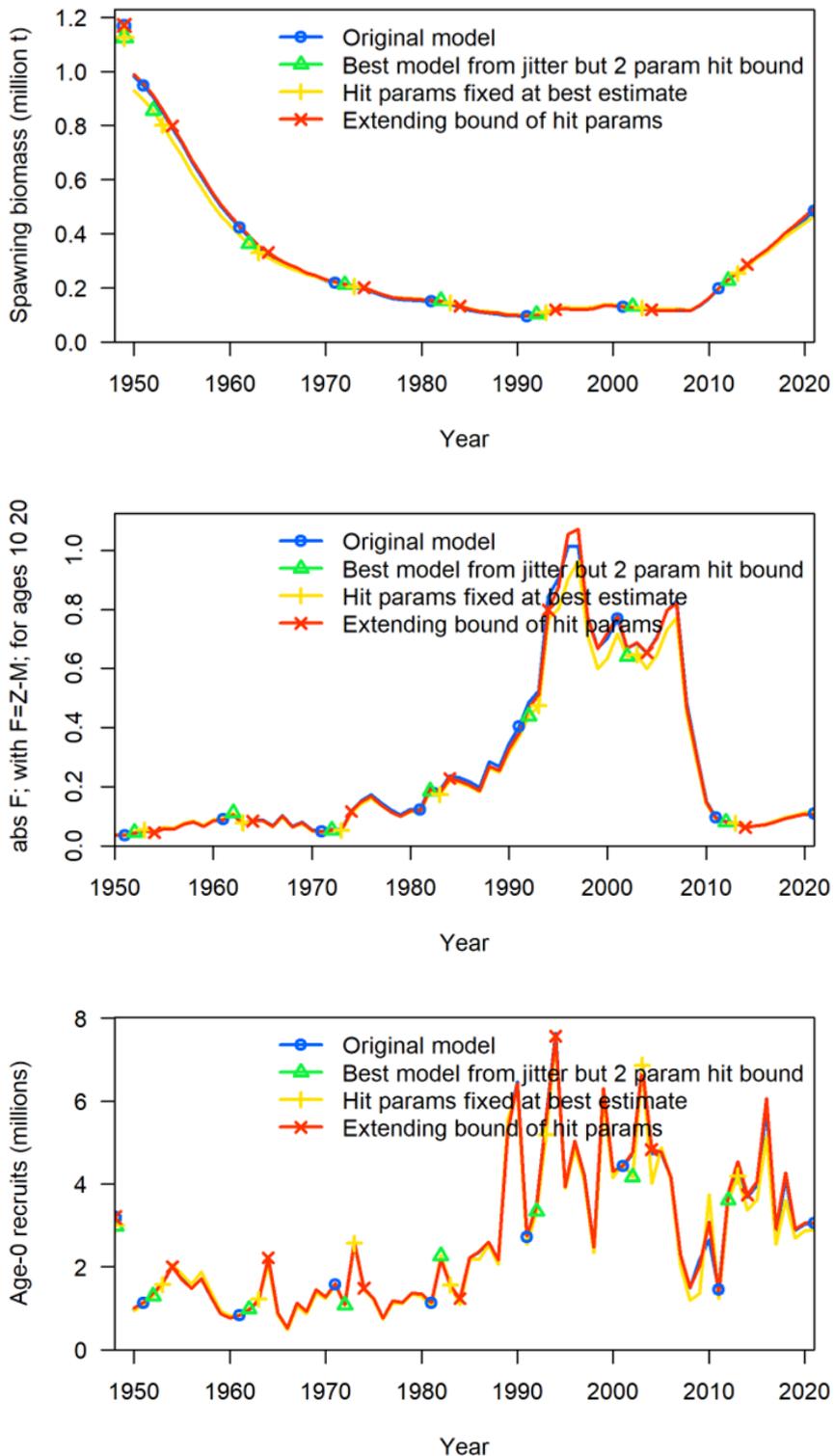
**Figure 8.** VPA exploratory runs for estimating the F-ratio for the time block 1996-2007 (Run 386). Trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) for Runs 288 (left), 287 (middle) and 286 (right). The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis.



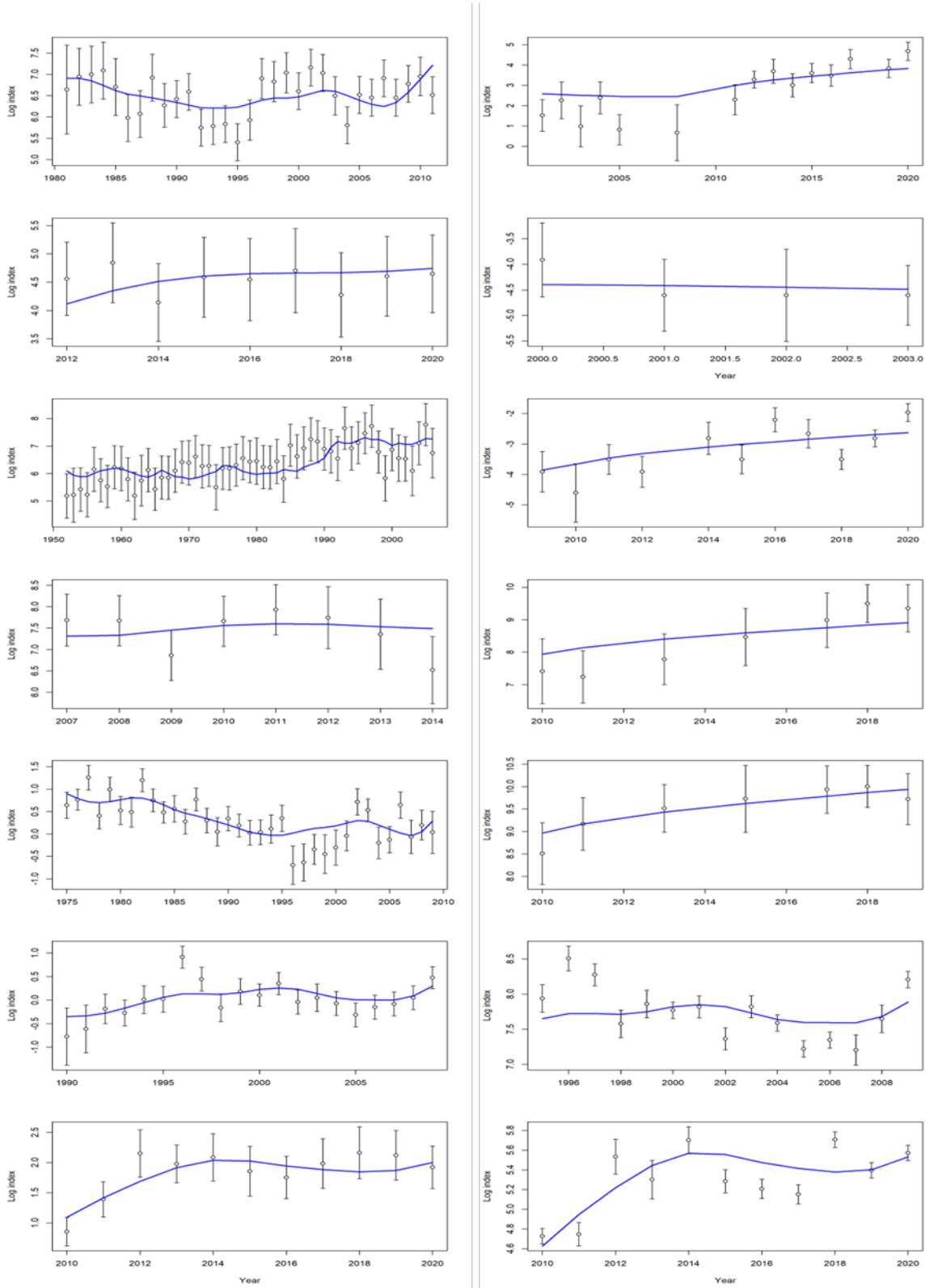
**Figure 9.** VPA exploratory runs for exploring the run had a difference in objective function that was larger than 2 (**Table 5**). Trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) for Runs 418 (left), and 385 (right). The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis.



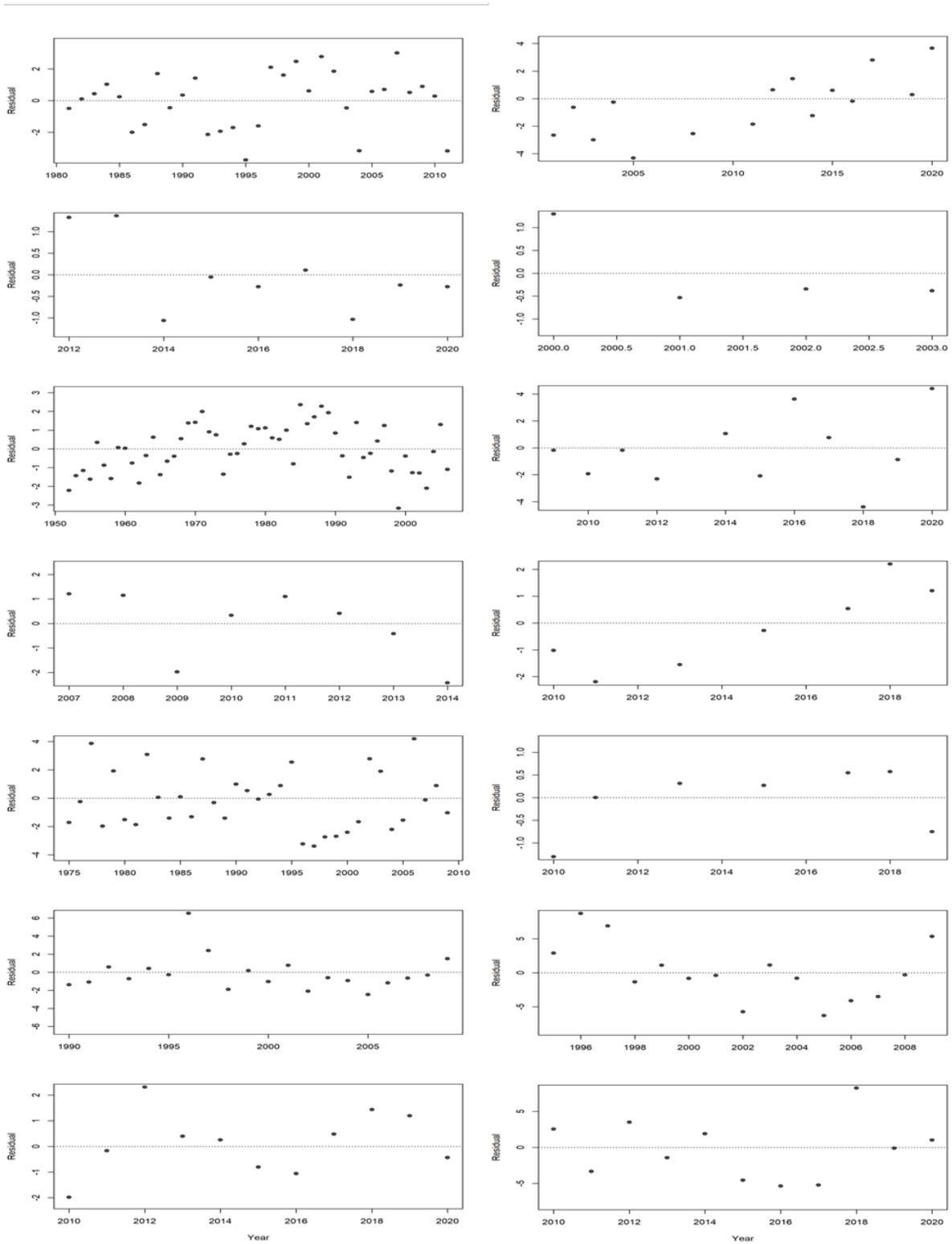
**Figure 10.** Negative log-likelihood values produced from the 100 jitter trials in which initial parameter values were jittered by 10% for the Stock Synthesis base case run (run 16 reweight).



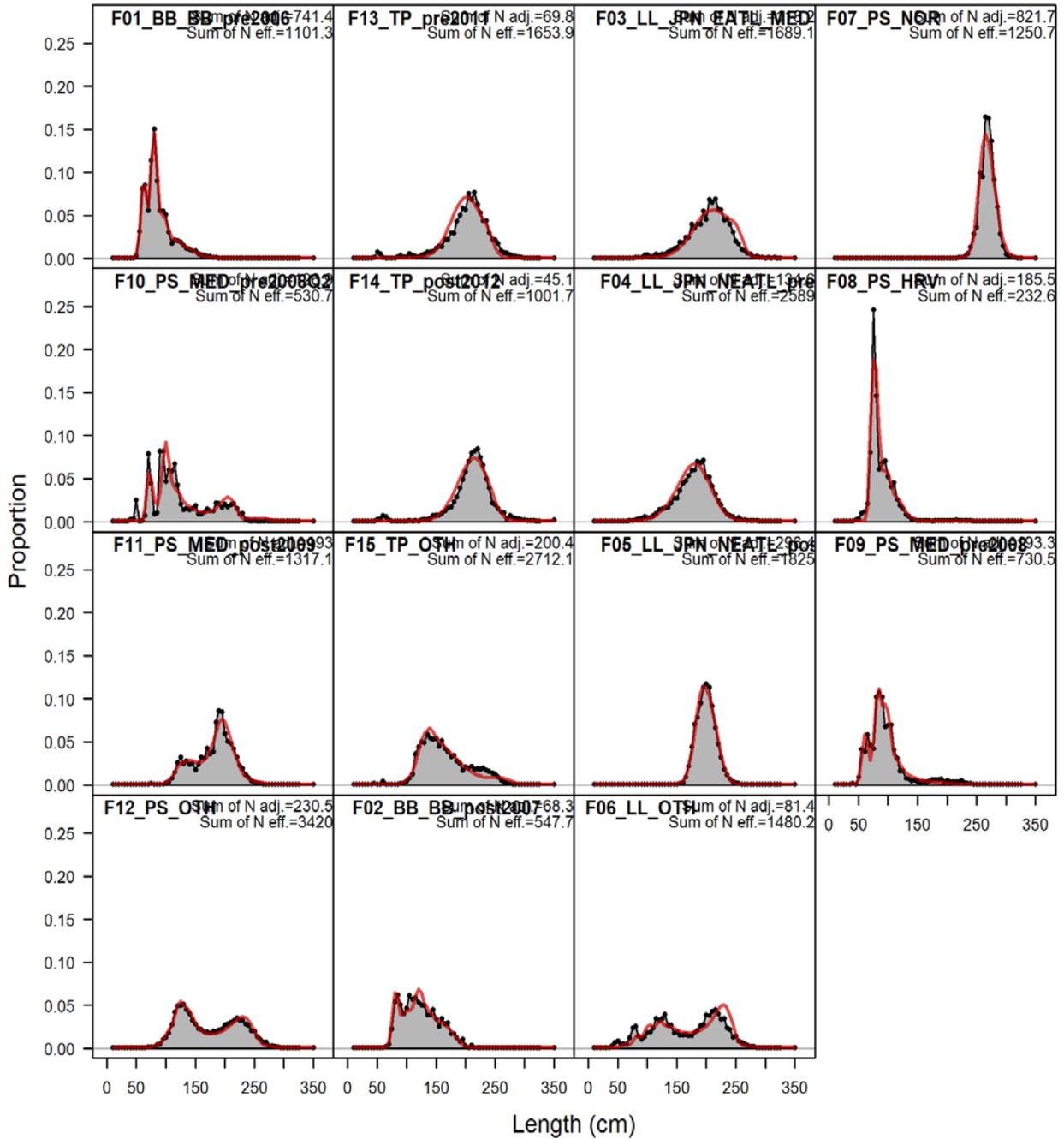
**Figure 11.** Comparison of stock trends between the base case (run 16 reweigh in blue line) and other runs with lowest negative log-likelihood.



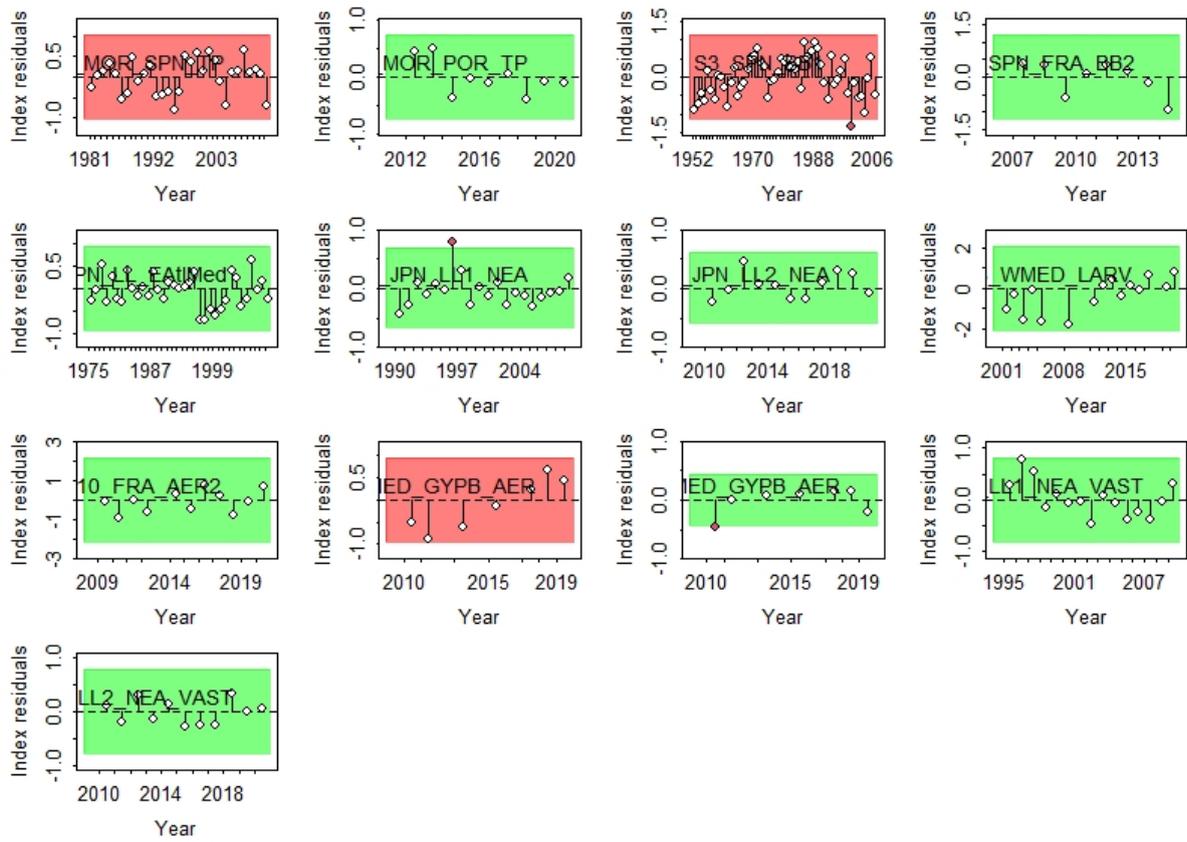
**Figure 12.** Stock Synthesis model fits to East Atlantic bluefin tuna indices of relative abundance for the base run (run 16 reweight).



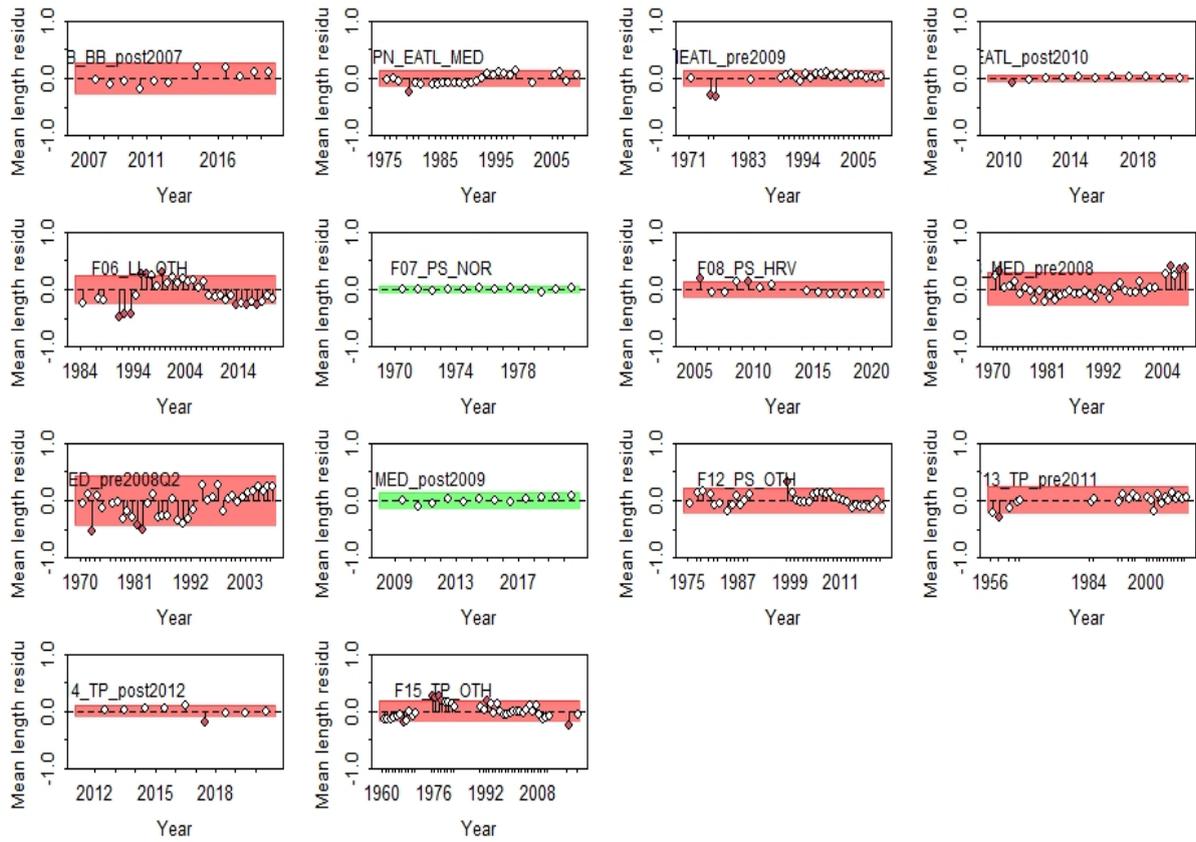
**Figure 13.** Stock Synthesis model fit residual errors around East Atlantic bluefin tuna indices of relative abundance for the base run (run 16 reweight).



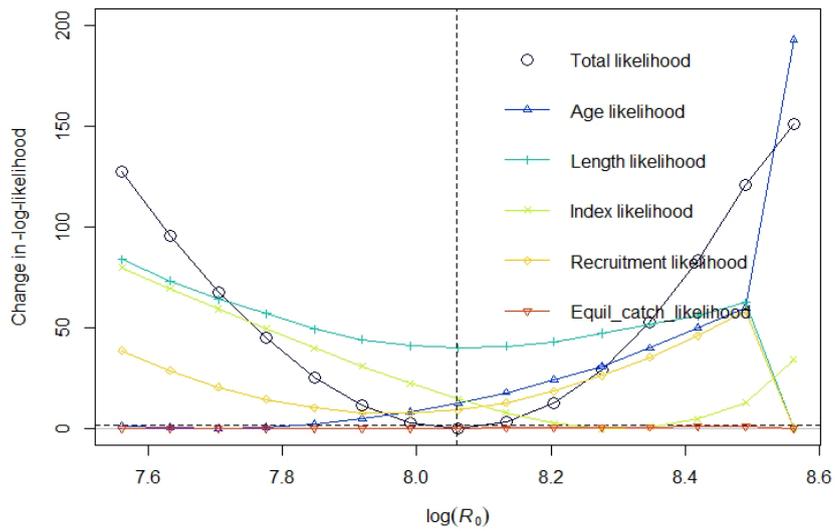
**Figure 14.** Stock Synthesis fits to East Atlantic bluefin tuna length compositions by fleet for the base run (run 16 reweight). The grey distributions show the observed aggregated length composition by fleet and the red line shows the model predicted length composition.



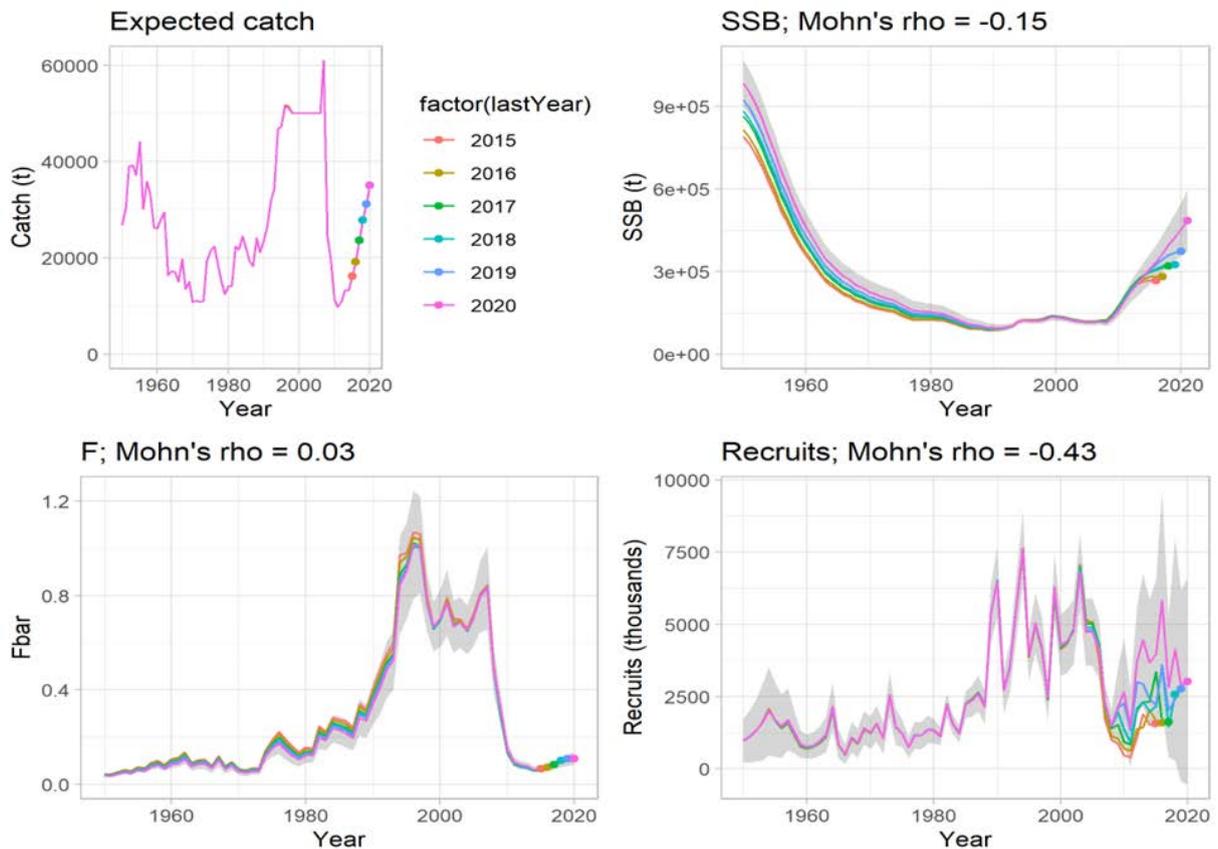
**Figure 15.** Diagnostic residual runs test on model fits to the indices of abundance for the base run (run 16 reweight).



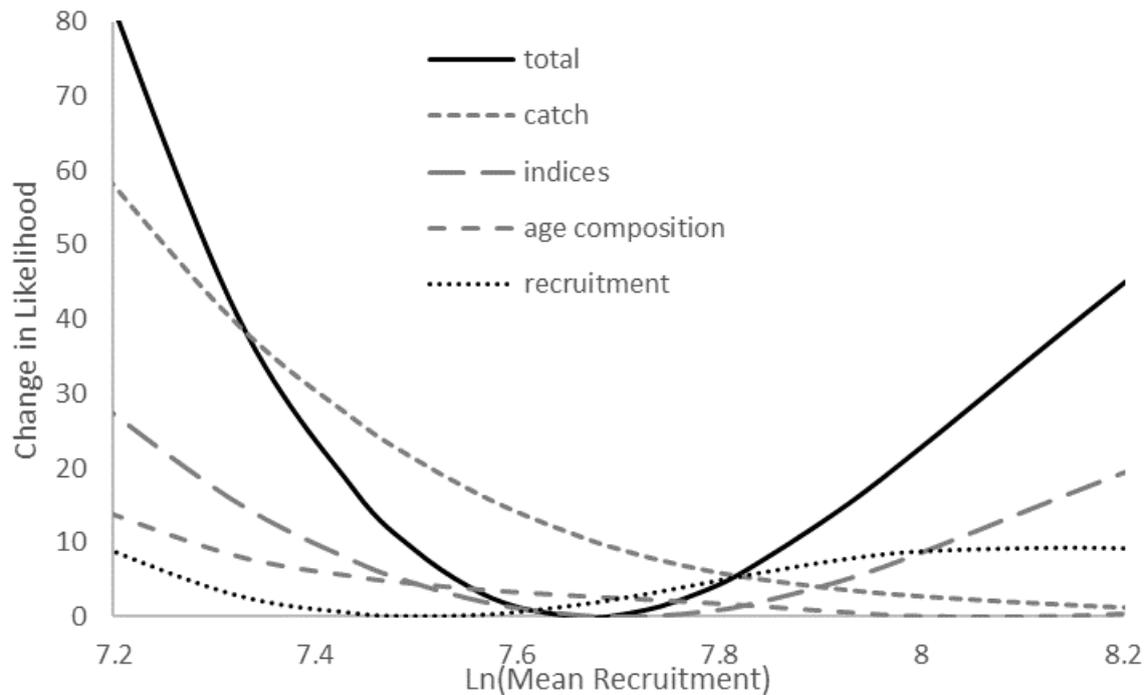
**Figure 16.** Diagnostic residual runs test on model fits to the fleet length compositions for the base run (run 16 reweight).



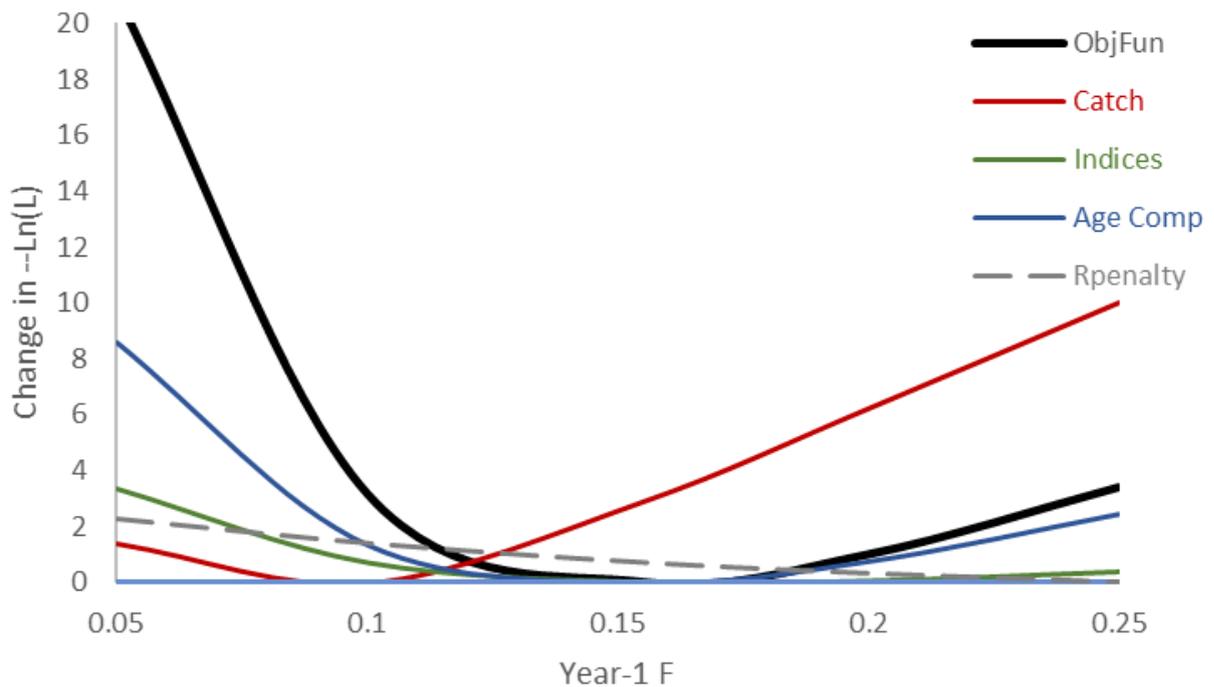
**Figure 17.** Stock Synthesis likelihood profile on unfished mean equilibrium recruitment for the base run (run 16 reweight).



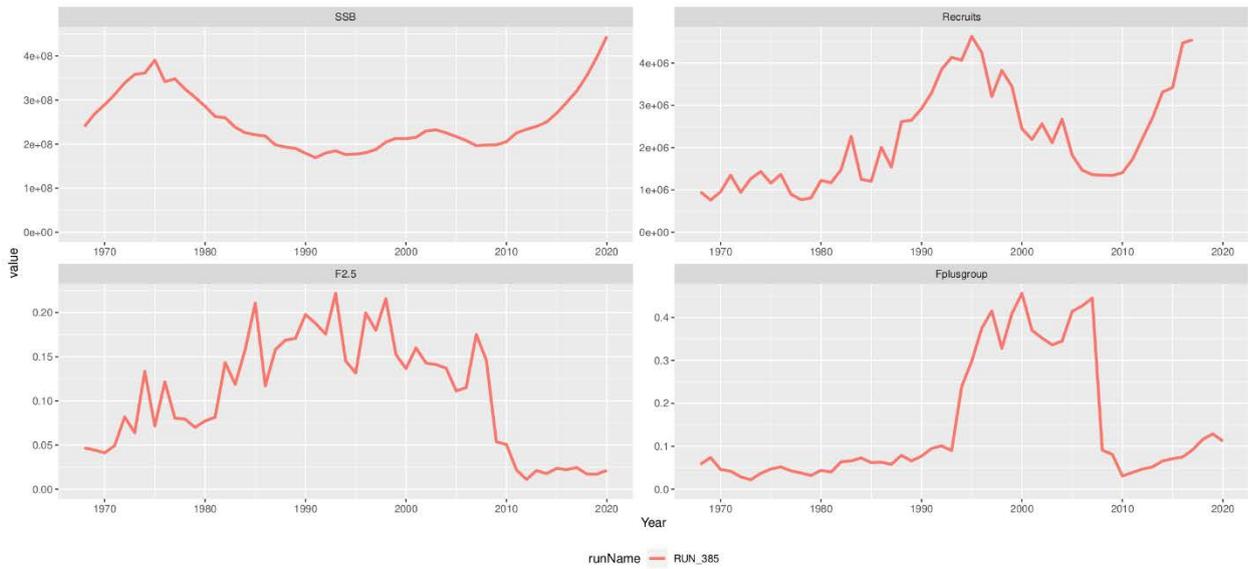
**Figure 18.** Stock Synthesis retrospective analysis with Mohn's rho values indicated on the top of the plots for the base run (run 16 reweight).



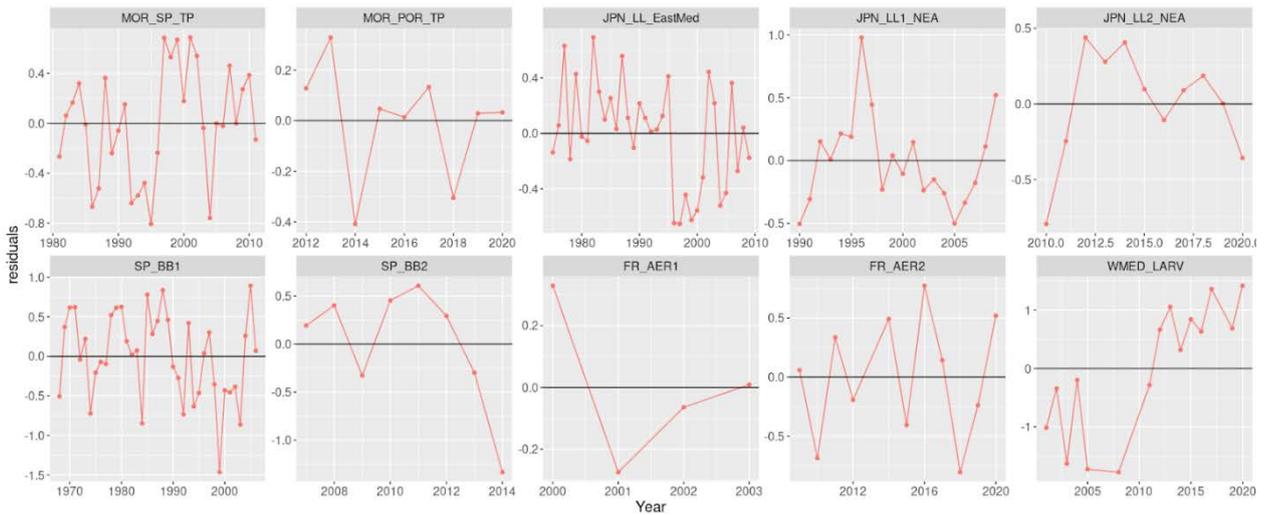
**Figure 19.** Likelihood profiles for the estimate of mean recruitment for the data components of the single-fleet ASAP application to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna (base run 2).



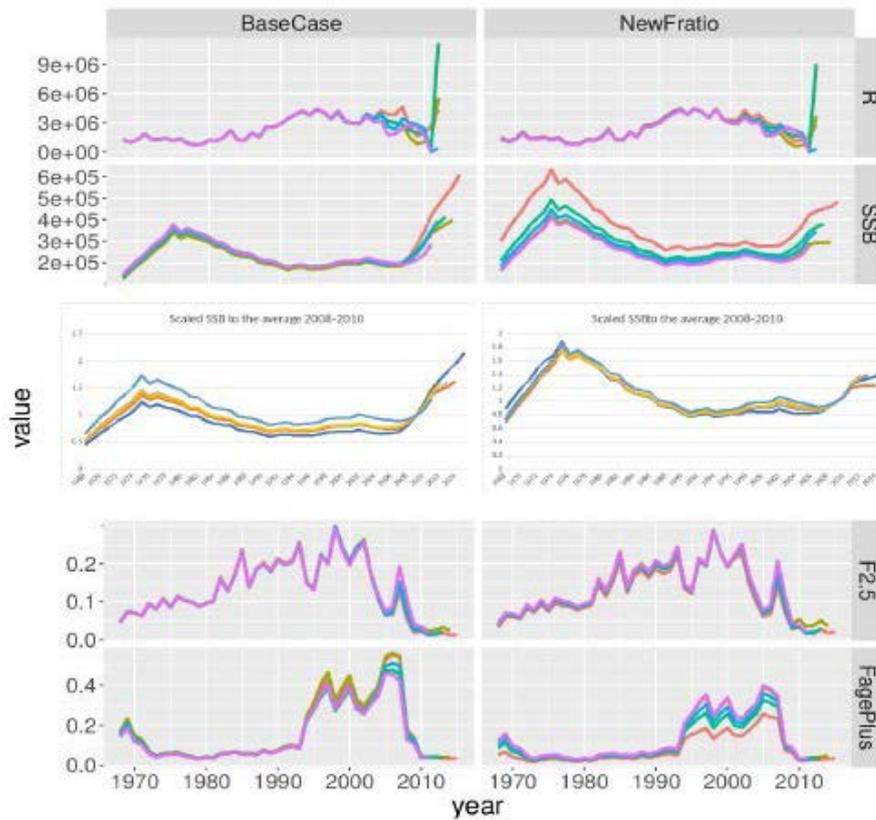
**Figure 20.** Likelihood profiles for the estimate of initial F and by assuming no deviations of the single-fleet ASAP application to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna (base run 2).



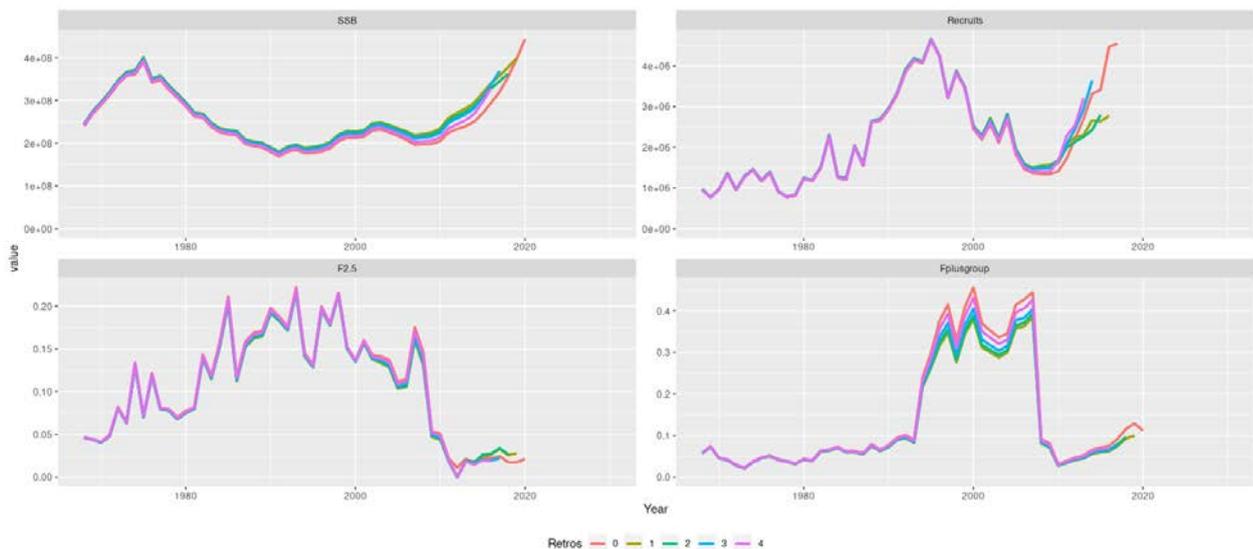
**Figure 21.** Spawning stock biomass (in thousand metric ton), recruitment (in million), and fishing mortality (average over ages 2 to 5, and 10+) estimates from VPA Run 385 (base case) for the period between 1968 and 2020. Recruitments from the last four years (2017-2020) are not shown because they are poorly estimated.



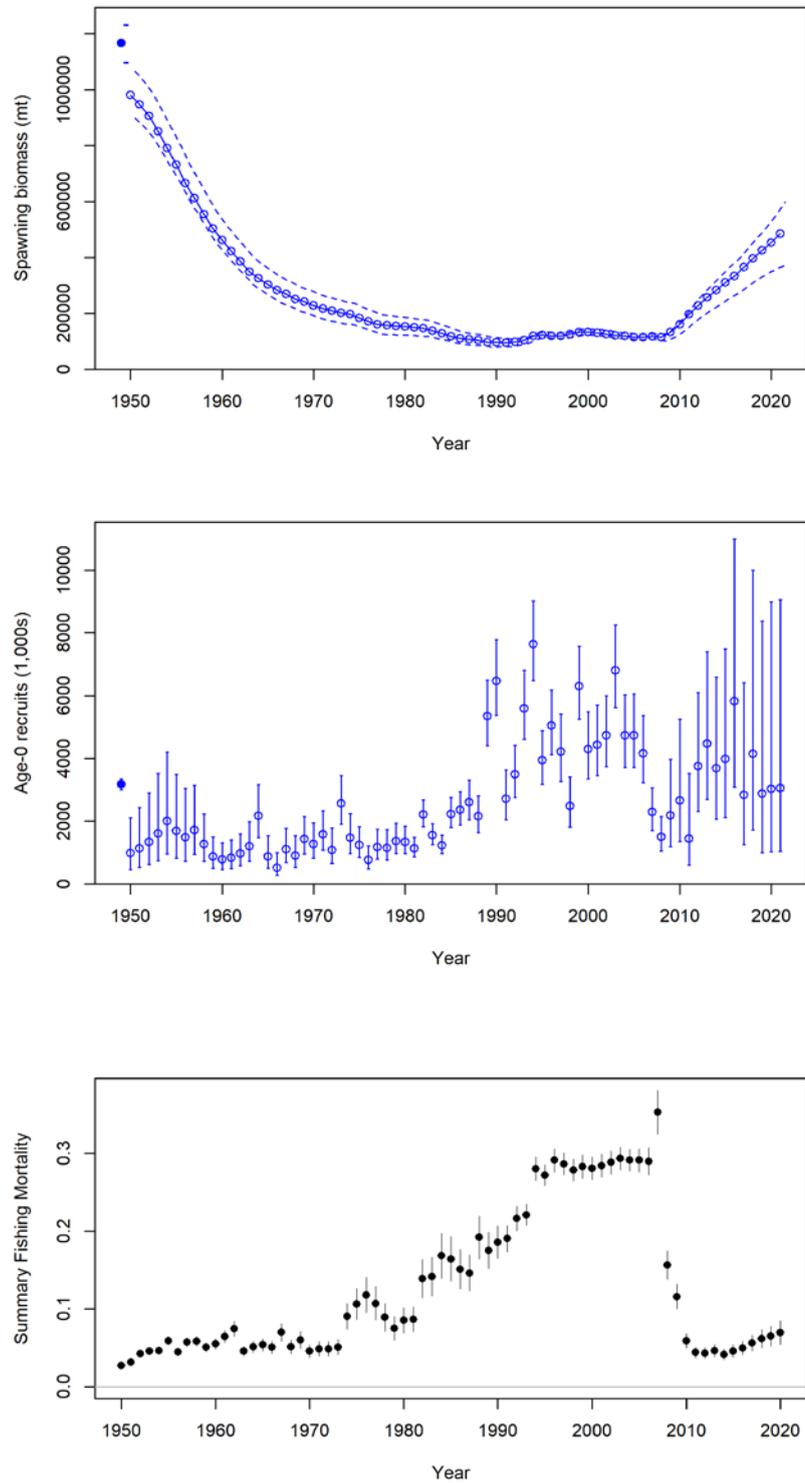
**Figure 22.** Residuals from the fits to the indices for VPA Run 385.



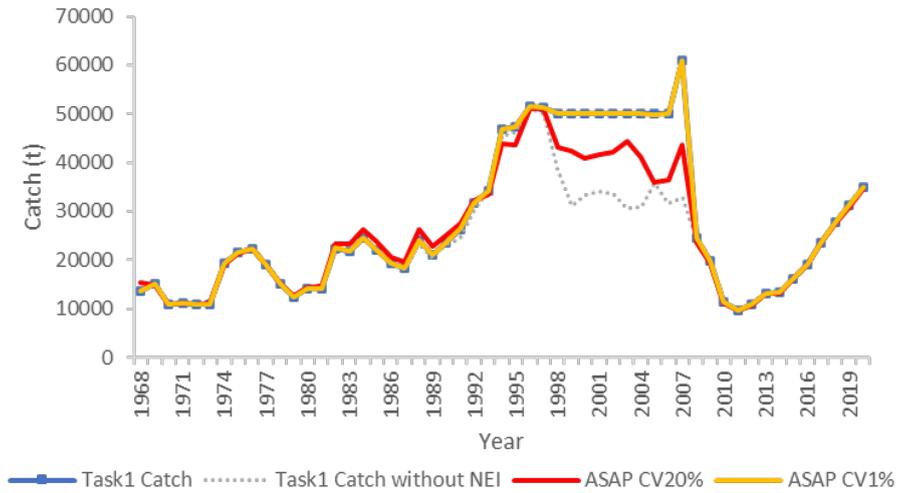
**Figure 23.** 2017 E-BFT VPA stock assessment: Retrospective estimates of recruitment (in millions), SSB, relative SSB and fishing mortality (average over ages 2 to 5, and 10+) from the revised VPA base run adopted during the Species Group meeting. Recruitments from the last four years (2012-2015) are not shown because they are poorly estimated.



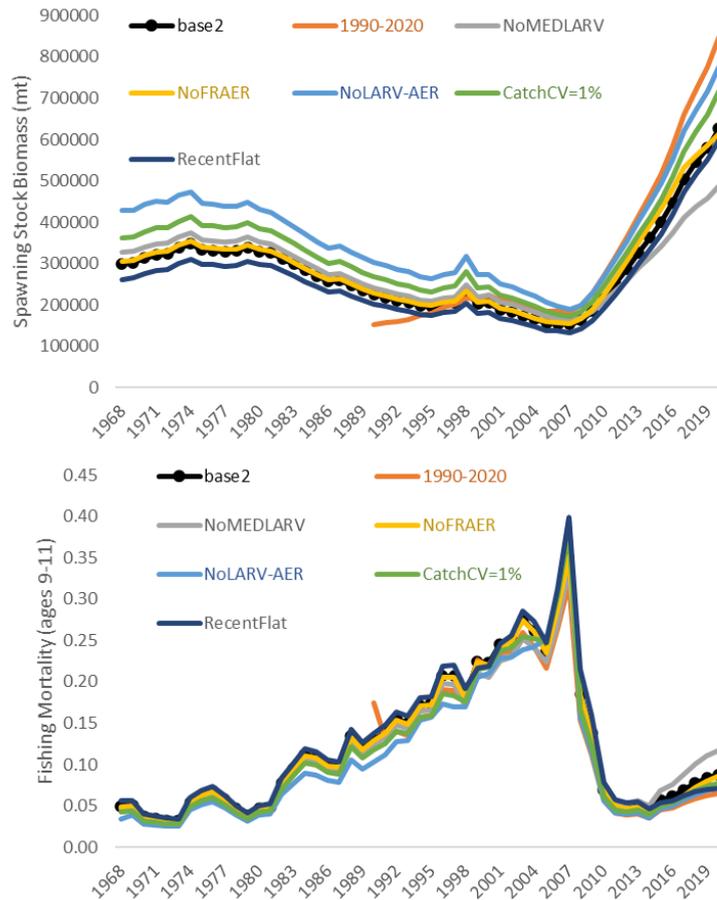
**Figure 24.** VPA Retrospective analysis: Trends for SSB, recruitment, fishing mortality at ages 2-5 and fishing mortality for the plus group (age 10 plus) for Run 385. The different colours represent the different peels of removing one year of data as part of a retrospective analysis.



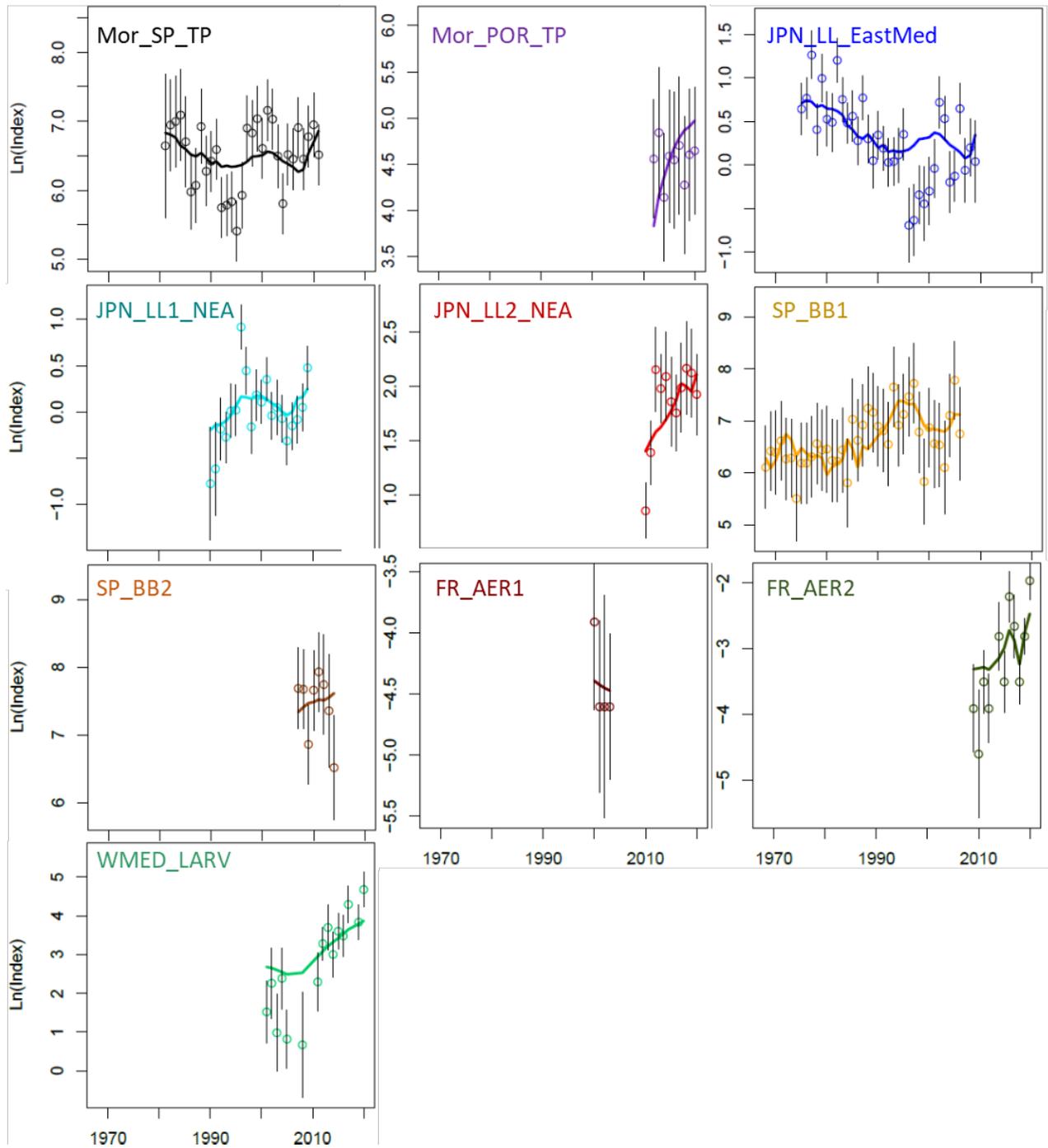
**Figure 25.** The time series of spawning stock biomass (SSB), fishing mortality (biomass exploitation rate was used as a proxy), and recruitment (age 0) for the Stock Synthesis Run 16 reweight.



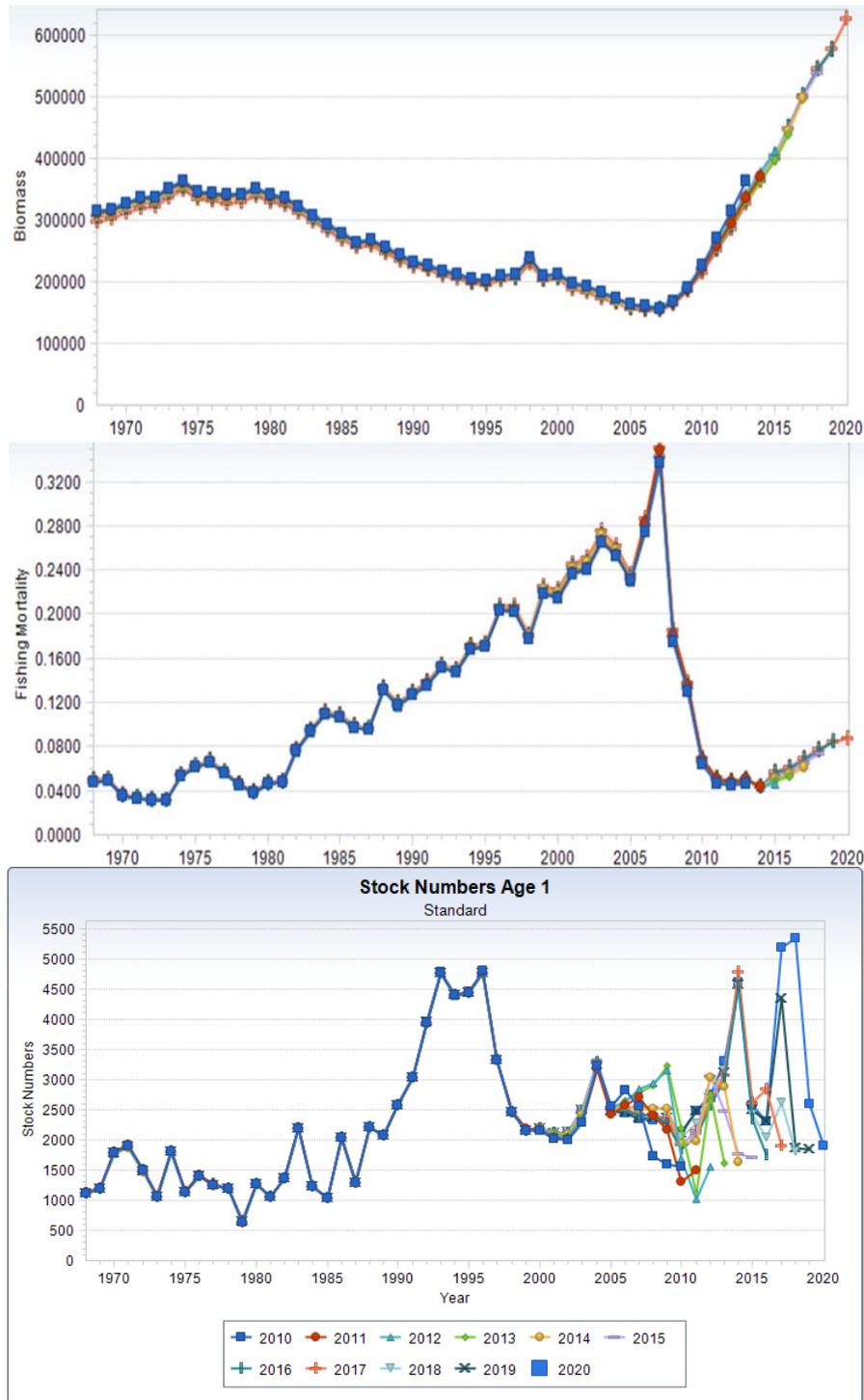
**Figure 26.** Predictions of catch with ASAP CV 20% (red line) and CV 1% assumptions (yellow line), and Task 1 catch with (blue line with squares)/without NEI flags (dotted line).



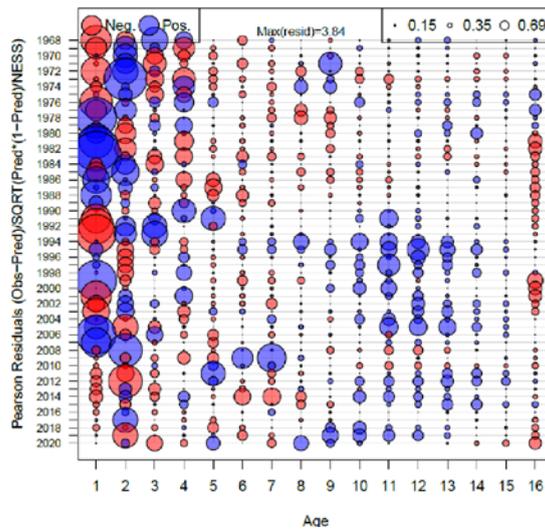
**Figure 27.** CV = 0.20 (base 2) and CV = 0.01 for all years for comparison with the other modelling approaches.



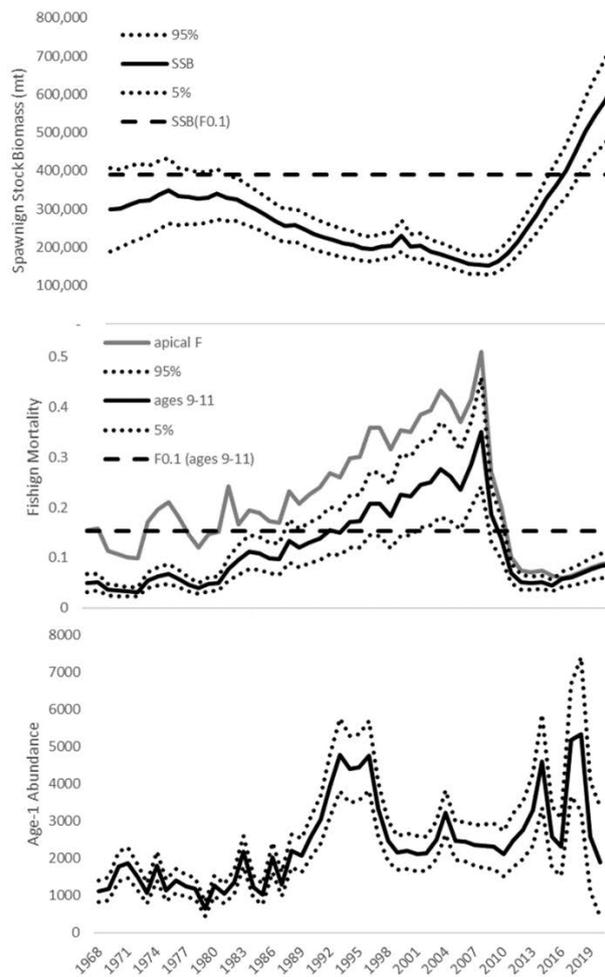
**Figure 28.** Stock index predictions (lines) and observed values (circles with confidence limits) from the single-fleet ASAP application to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna (base run 2).



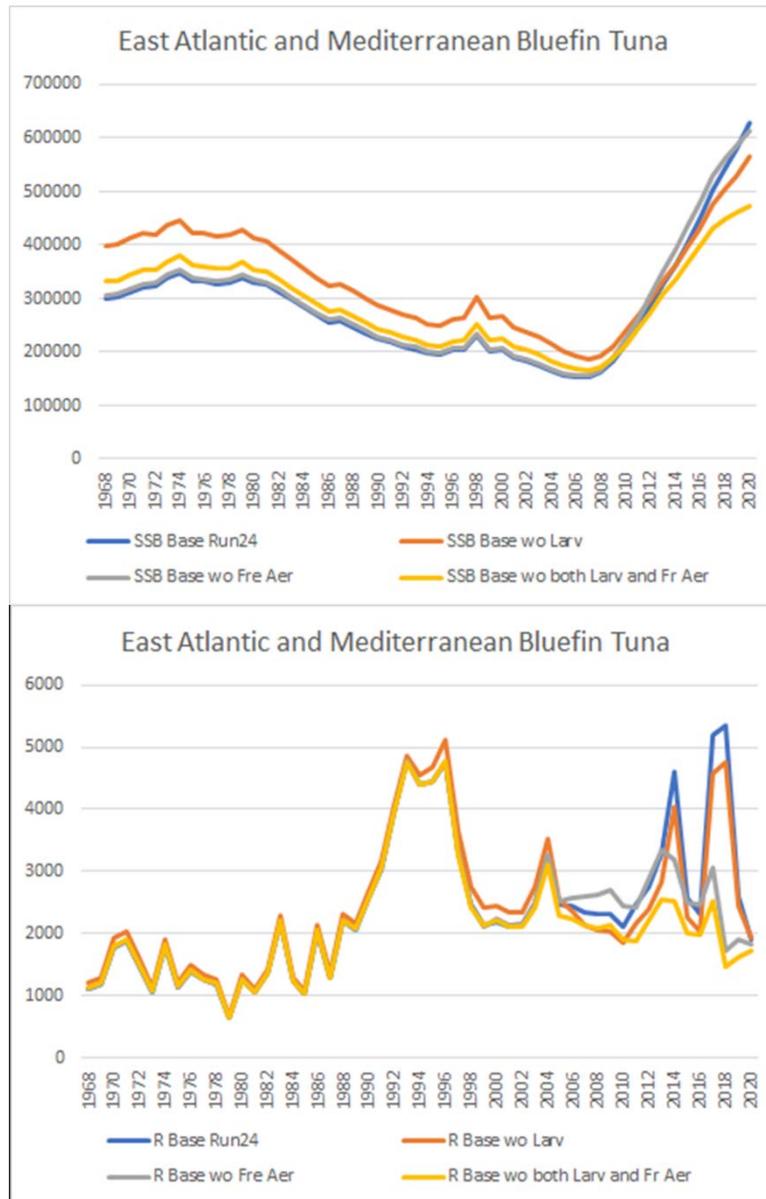
**Figure 29.** Retrospective estimates of SSB and age 9-11 fishing mortality from single-fleet ASAP application to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna (base run 2).



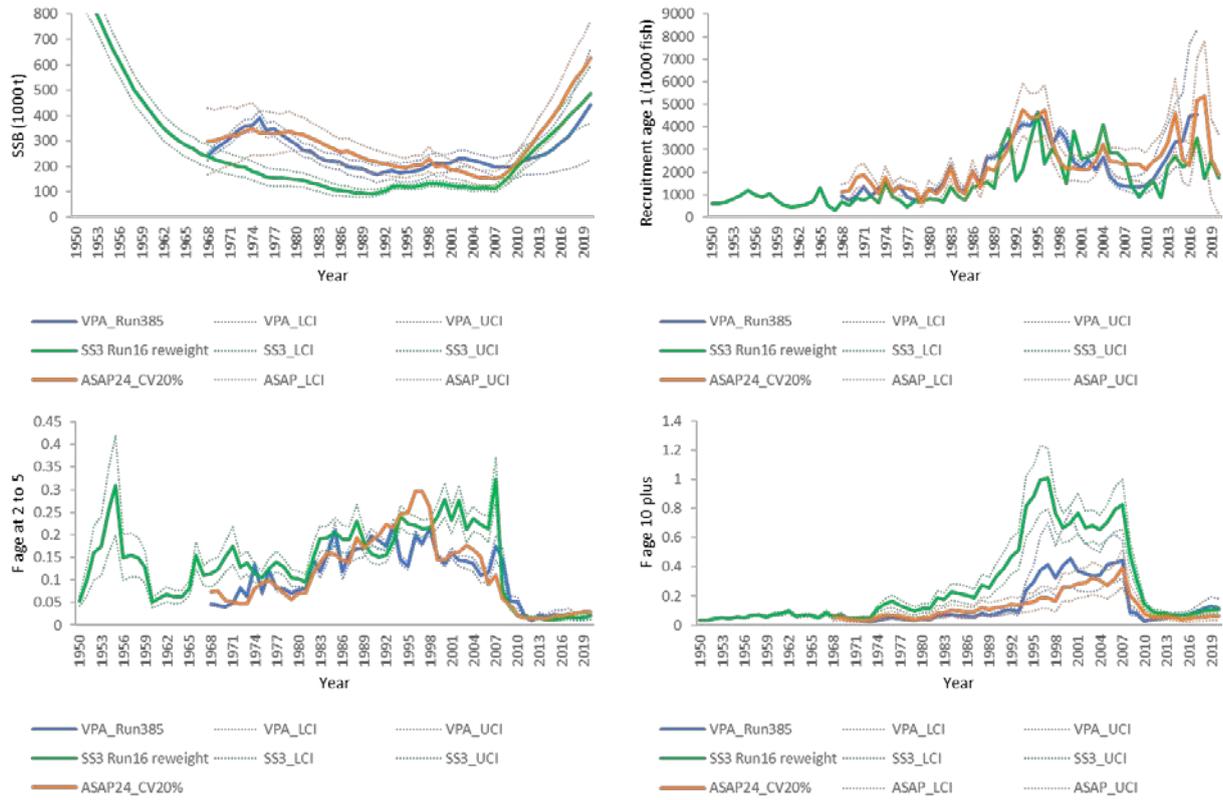
**Figure 30.** Pearson residuals of fishery age composition from single-fleet ASAP application to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna (base run 2).



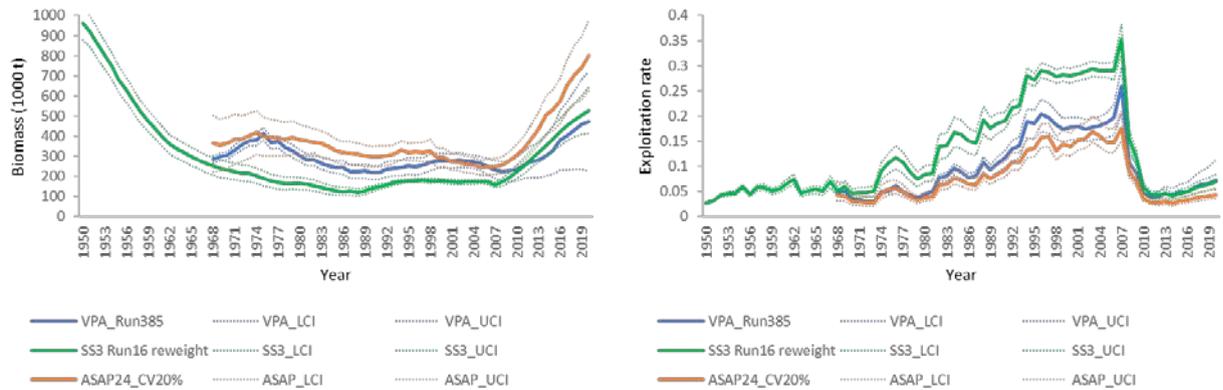
**Figure 31.** Estimates of SSB (top), fishing mortality (middle) and recruitment (bottom) with 90% confidence intervals and candidate reference points from the single-fleet ASAP application to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna (base 2 run).



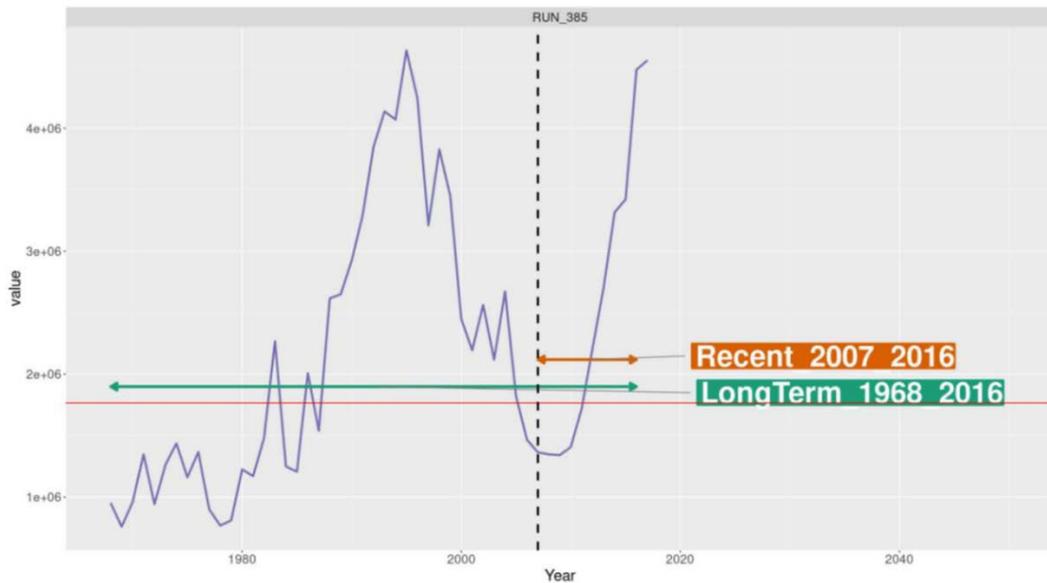
**Figure 32.** The single-fleet ASAP sensitivity analyses in SSB and recruitment based on base run 2 without excluding W-Med Larval and French aerial surveys.



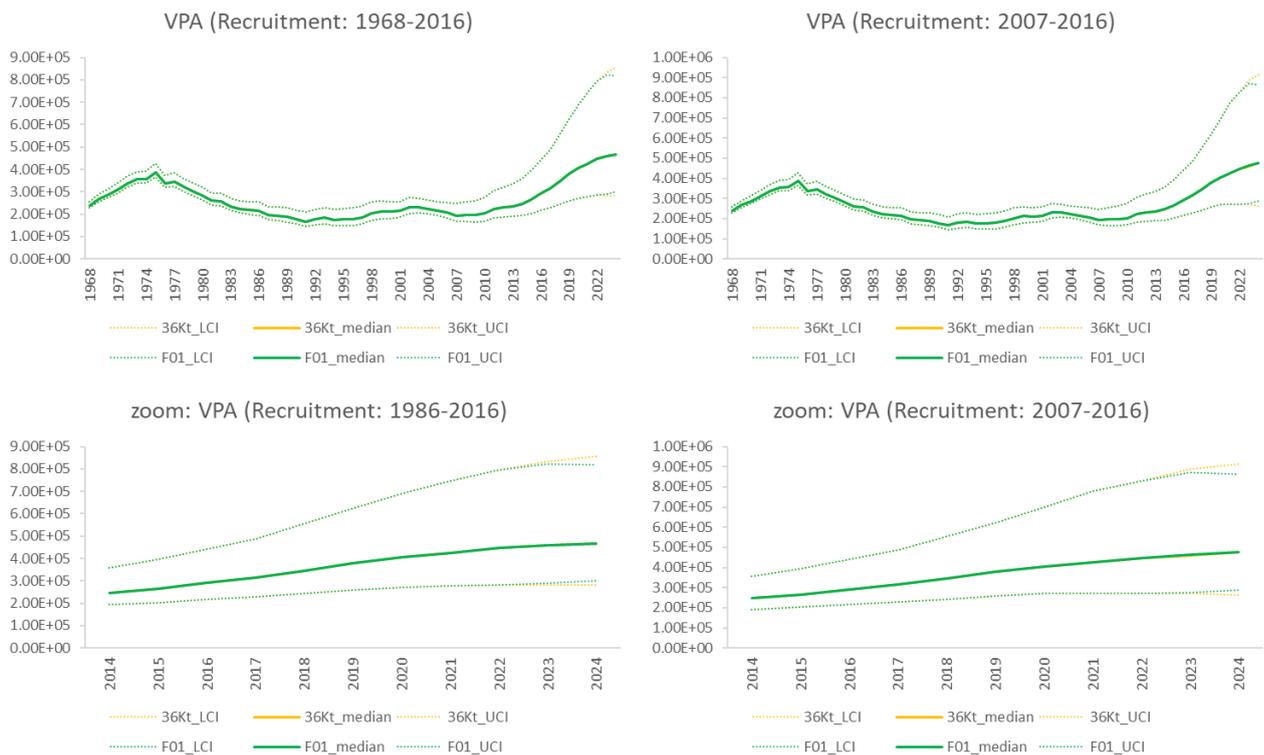
**Figure 33.** Comparisons of the trends in estimated spawning stock biomass (SSB), recruitment (age 1), F at age 2 to 5, and F at age 10 plus group between base cases by model platforms: VPA run 385 (blue lines), Stock Synthesis run 16 reweight (green lines), and ASAP run 24 with 20% CV (orange lines).



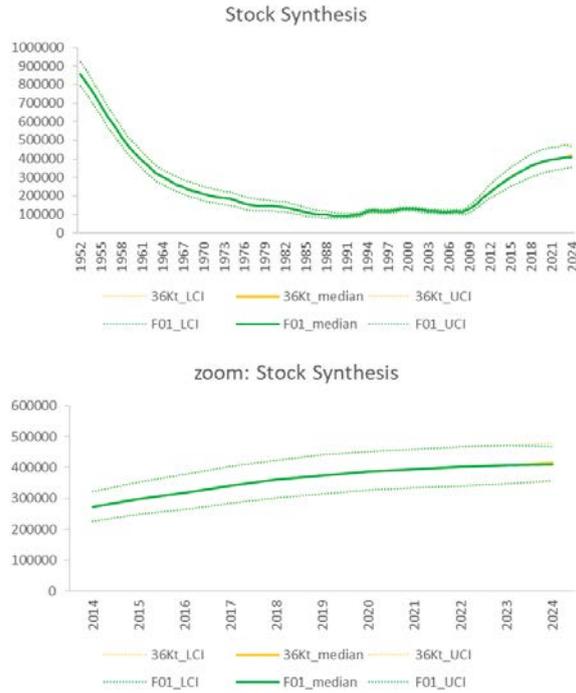
**Figure 34.** Comparisons of the trends in estimated total biomass and exploitation rate between base cases by model platforms: VPA run 385 (blue lines), Stock Synthesis run 16 reweight (green lines), and ASAP run 24 with 20% CV (orange lines)



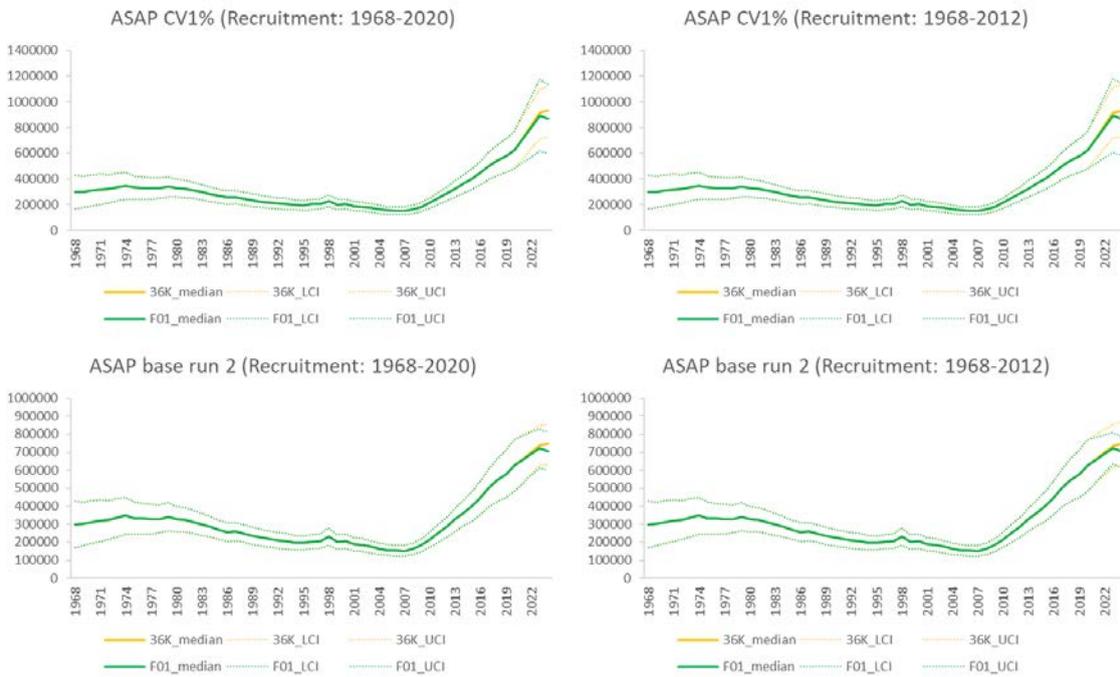
**Figure 35.** The assumptions of future recruitment: a long-term average (1968-2016) and a short-term average (2007-2016) for VPA projection based on Run 385.



**Figure 36.** Projected spawning stock biomass (SSB) with 95% confidence intervals in VPA Run 385 projection with 2 recruitment scenarios (left: the average between 1986 and 2016 and right: the average between 2007 and 2016). The top panels show the entire assessment period and the projection until 2024, and the bottom panels only show since 2014.



**Figure 37.** Projected spawning stock biomass (SSB) with 95% confidence intervals in Stock Synthesis Run 16 reweight projection. The top panel shows the entire assessment period and the projection until 2024, and the bottom panel shows since 2014.



**Figure 38.** Projected spawning stock biomass (SSB) with 95% confidence intervals in ASAP CV1% on the inflated catch projection (upper panels) and in ASAP CV20% (base run 2) on the inflated catch projection (lower panels) with 2 recruitment scenarios (left: the average between 1986 and 2020 and right: the average between 1968 and 2012).

**Agenda**

1. Opening, adoption of agenda, meeting arrangements and assignment of rapporteurs
2. Model diagnostics
  - 2.1 VPA
  - 2.2 Stock synthesis
  - 2.3 Other models
3. Assessment results
  - 3.1 VPA
    - 3.1.1 Model fits
    - 3.1.2 Stock status
  - 3.2 Stock synthesis
    - 3.2.1 Model fits
    - 3.2.2 Stock status
  - 3.3 Other models
    - 3.3.1 Model fits
    - 3.3.2 Stock status
  - 3.4 Synthesis of assessment results
4. Initial feedback from the independent review
5. Topics related to the Management Strategy Evaluation (Wednesday, 12-18:00 CEST)
6. Projections and management advice
7. Draft Executive Summary sections
8. Update on GBYP activities
9. Recommendations
10. Other matters
11. Adoption of the report and closure

**List of participants<sup>1</sup>****CONTRACTING PARTIES****ALGERIA****Belacel, Amar<sup>1</sup>**

Directeur du Développement de la Pêche, Ministère de la pêche et des productions halieutiques, Route des quatre canons, 16000

Tel: +213 214 33197; +213 796 832 690, E-Mail: amar.belacel67@gmail.com; amar.belacel@mpeche.gov.dz

**Bouaouina, Chahrazed**

Rue des quatre canons, 16000

Tel: +213 553 734 193, Fax: +213 214 133 37, E-Mail: chahrapeche1@gmail.com

**Chagour, Meriem**

Ministère de la Pêche & des Ressources Halieutiques, 4, route des Quatre Canons 16100 Alger, 16100

Tel: +213 793 319 922, E-Mail: mery.chagour.92@gmail.com

**CHAH, Ouahiba née ALI TOUDERT**

Sous-Directrice de la Grande Pêche et de la pêche spécialisée, Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques, Route des Quatre Canons, 1600

Tel: +213 21 43 33 37; +213 7 72 34 44 21, Fax: +213 21 43 31 97, E-Mail: ouahibachahi@gmail.com; ouahiba.chahi@mpeche.gov.dz

**Ferhani, Khadra**

Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA), 11 Boulevard Colonel Amirouche, BP 67, 42415 Tipaza Bou Ismail

Tel: +213 550 735 537, Fax: +213 24 32 64 10, E-Mail: ferhani\_khadra@yahoo.fr; ferhanikhadra@gmail.com

**Hentour, Abderrahmane**

Sous Directeur du contrôle des activités de la pêche et d'aquaculture, Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques, Route des quatre canons, 16000

Tel: +213 559 139 817, Fax: +213 214 33161, E-Mail: abdou.hentour@gmail.com

**Kouadri-Krim, Assia**

Sous-Directrice infrastructures, industries et services liés à la pêche, Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques, Direction du développement de la pêche, Route des Quatre Canons, 1600

Tel: +213 558 642 692, Fax: +213 214 33197, E-Mail: assiakrim63@gmail.com; assia.kouadri@mpeche.gov.dz

**Mennad, Moussa**

Ministère de la Pêches et des Ressources Halieutiques, CNRDPA, 11 Bd Colonel Amirouche, 42415 Tipaza

Tel: +213 560 285 239, Fax: +213 243 26410, E-Mail: mennad.moussa@gmail.com

**Ouchelli, Amar**

Rue des quatre canons, 16000

Tel: +213 550 306 938, Fax: +213 433 337, E-Mail: amarouchelli.dz@gmail.com

**CANADA****Atkinson, Troy**

Nova Scotia Swordfisherman's Association, 155 Chain Lake Drive, Suite #9, Halifax, NS B3S 1B3

Tel: +1 902 499 7390, E-Mail: hiliner@ns.sympatico.ca

**Duprey, Nicholas**

Senior Science Advisor, Fisheries and Oceans Canada, 200-401 Burrard Street, Vancouver, BC V6C 3R2

Tel: +1 604 499 0469, E-Mail: nicholas.duprey@dfo-mpo.gc.ca

**Elsworth, Samuel G.**

South West Nova Tuna Association, 228 Empire Street, Bridgewater, NS B4V 2M5

Tel: +1 902 543 6457, E-Mail: sam.fish@ns.sympatico.ca

---

<sup>1</sup> Head Delegate

**Hanke, Alexander**

Research Scientist, Fisheries and Oceans Canada, 531 Brandy Cove Road, St. Andrews, NB E5B 2L9  
Tel: +1 506 529 5912, E-Mail: alex.hanke@dfo-mpo.gc.ca

**Kay, Lise**

Policy Advisor, Fisheries and Oceans Canada, 200 Kent Street, Ottawa, ON K1A 0E6  
Tel: +1 343 542 1301, E-Mail: Lise.Kay@dfo-mpo.gc.ca

**Maguire, Jean-Jacques**

1450 Godefroy, Québec G1T 2E4  
Tel: +1 418 527 7293, E-Mail: jeanjacquesmaguire@gmail.com

**CHINA, (P.R.)**

**Feng, Ji**

Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Rd, 201306 Shanghai  
Tel: +86 159 215 36810, E-Mail: fengji\_shou@163.com; 276828719@qq.com; f52e@qq.com

**Zhang, Fan**

Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Rd, 201306 Shanghai  
Tel: +86 131 220 70231, E-Mail: f-zhang@shou.edu.cn

**EUROPEAN UNION**

**Biagi, Franco**

Senior Expert Marine & Fishery Sciences, Directorate General for Maritime Affairs and Fisheries (DG-Mare) - European Commission, Unit C3: Scientific Advice and data collection, Rue Joseph II, 99, 1049 Brussels, Belgium  
Tel: +322 299 4104, E-Mail: franco.biagi@ec.europa.eu

**Costica, Florina**

DG MARE, Rue Joseph II, 99, 1040 Brussels, Belgium  
Tel: +32 493 540 902, E-Mail: florina.costica@ec.europa.eu

**Varsamos, Stamatios**

European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries Unit B2: Regional Fisheries Management Organisations, Rue de la Loi, 200 - J99, 03/69, B-1049 Brussels, Belgium  
Tel: +32 229 89465, E-Mail: stamatios.varsamos@ec.europa.eu

**Andonegi Odriozola, Eider**

AZTI, Txatxarramendi ugarte a z/g, 48395 Sukarrieta, Bizkaia, Spain  
Tel: +34 661 630 221, E-Mail: eandonegi@azti.es

**Bridges, Christopher Robert**

Heinrich Heine University, Düsseldorf AG Ecophysiology, Institute for Metabolic Physiology: Ecophysiology / TUNATECH GmbH Merowinger, C/O Tunatech Merowinger Pltz 2, 40225 Duesseldorf NRW, Germany  
Tel: +4901739531905, E-Mail: bridges@hhu.de; christopher.bridges@uni-duesseldorf.de

**Di Natale, Antonio**

Director, Aquastudio Research Institute, Via Trapani 6, 98121 Messina, Italy  
Tel: +39 336 333 366, E-Mail: adinatale@costaedutainment.it; adinatale@acquaridigenova.it

**Gordoa, Ana**

Senior scientist, Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB - CSIC), Acc. Cala St. Francesc, 14, 17300 Blanes, Girona, Spain  
Tel: +34 972 336101; +34 666 094 459, E-Mail: gordoa@ceab.csic.es

**Grubisic, Leon**

Institute of Oceanography and Fisheries in Split, Setaliste Ivana Mestrovica 63 - P.O.Box 500, 21000 Split, Croatia  
Tel: +385 914 070 955, Fax: +385 21 358 650, E-Mail: leon@izor.hr

**Lino, Pedro Gil**

Research Assistant, Instituto Português do Mar e da Atmosfera - I.P./IPMA, Avenida 5 Outubro s/n, 8700-305 Olhão, Faro, Portugal  
Tel: +351 289 700508, E-Mail: plino@ipma.pt

**Macías López, Ángel David**

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Málaga, Puerto pesquero s/n, 29640 Fuengirola Málaga, Spain  
Tel: +34 952 197 124; +34 619 022 586, Fax: +34 952 463 808, E-Mail: david.macias@ieo.csic.es

**Maxwell, Hugo**

Marine Institute, Furnace, Newport, County Mayo, F28EV18, Ireland  
Tel: +353 894 836 530; 877 621 337, E-Mail: hugo.maxwell@marine.ie

**Pappalardo, Luigi**

Scientific Coordinator, OCEANIS SRL, Vie Maritime 59, 84043 Salerno Agropoli, Italy  
Tel: +39 081 777 5116; +39 345 689 2473, E-Mail: gistec86@hotmail.com; oceanissrl@gmail.com

**Parejo Lázaro-Carrasco, Aída**

Ministerio de Ciencia e Innovación, Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CNIEO) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Promontorio San Martín s/n, Av. de Severiano Ballesteros, s/n, 39004 Cantabria, Santander, Spain  
Tel: +34 942 29 17 16, E-Mail: aida.parejo@ieo.csic.es

**Pignalosa, Paolo**

Senior Fisheries Expert, Oceanis Srl, Via Marittima, 59, 80056 Ercolano - Naples, Italy  
Tel: +39 81 777 5116; +39 335 669 9324, E-Mail: oceanissrl@gmail.com

**Rodríguez-Marín, Enrique**

Centro Oceanográfico de Santander (COST-IEO). Instituto Español de Oceanografía (IEO). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), C.O. de Santander, C/ Severiano Ballesteros 16, 39004 Santander, Cantabria, Spain  
Tel: +34 942 291 716, Fax: +34 942 27 50 72, E-Mail: enrique.rmarin@ieo.csic.es

**Rouyer, Tristan**

Ifremer - Dept Recherche Halieutique, B.P. 171 - Bd. Jean Monnet, 34200 Sète, Languedoc Rousillon, France  
Tel: +33 782 995 237, E-Mail: tristan.rouyer@ifremer.fr

**Rueda Ramírez, Lucía**

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Instituto Español de Oceanografía Málaga, Puerto pesquero s/n, 29640 Fuengirola Málaga, Spain  
Tel: +34 952 197 124, E-Mail: lucia.rueda@ieo.csic.es

**Sampedro Pastor, M<sup>a</sup> Paz**

Instituto Español de Oceanografía, Paseo Marítimo Alcalde Francisco Vázquez, 10, 15177 A Coruña, Spain  
Tel: +34 633 678 748, E-Mail: paz.sampedro@ieo.csic.es

**Sarricolea Balufo, Lucía**

Secretaría General de Pesca, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Calle Velázquez, número 144, 28006 Madrid, Spain  
Tel: +34 913 476 170; +34 618 330 518, E-Mail: lsarricolea@mapa.es

**Scarcella, Giuseppe**

L.go Fiera della pesca SNC, 60125 Ancona, Italy  
Tel: +39 338 704 3071, E-Mail: giuseppe.scarcella@cnr.it

**Sundelöf, Andreas**

Swedish University of Agricultural Sciences, Institute of Marine Research, Turistgatan, 5, SE-453 30 Lysekil, Sweden  
Tel: +46 703 068 775, Fax: +46 5231 3977, E-Mail: andreas.sundelof@slu.se

**Talijancic, Igor**

Institute of Oceanography and Fisheries Split, 21000 Dalmatia, Croatia  
Tel: +385 214 08047, E-Mail: talijan@izor.hr

**Thasitis, Ioannis**

Department of Fisheries and Marine Research, 101 Vithleem Street, 2033 Nicosia, Cyprus  
Tel: +35722807840, Fax: +35722 775 955, E-Mail: ithasitis@dfmr.moa.gov.cy; ithasitis@dfmr.moa.gov.cy

**GAMBIA**

**Gibba, Omar S.M. <sup>1</sup>**

Permanent Secretary, Ministry of Fisheries, Water Resources and National Assembly Matters  
Tel: +220 705 0000, E-Mail: gibbaosm97@gmail.com

## **JAPAN**

### **Butterworth, Douglas S.**

Emeritus Professor, Department of Mathematics and Applied Mathematics, University of Cape Town, Rondebosch, 7701 Cape Town, South Africa  
Tel: +27 21 650 2343, E-Mail: doug.butterworth@uct.ac.za

### **Fukuda, Hiromu**

Head of Group, Highly Migratory Resources Division, Fisheries Stock Assessment Center, Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa, Yokohama, 234-8648  
Tel: +81 45 788 7936, E-Mail: fukudahiro@affrc.go.jp

### **Nakatsuka, Shuya**

Deputy Director, Highly Migratory Resources Division, Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4, Fukuura, Kanazawa Kanagawa, 236-8648  
Tel: +81 45 788 7950, E-Mail: nakatsuka\_shuya49@fra.go.jp; snakatsuka@affrc.go.jp

### **Rademeyer, Rebecca**

Marine Resource Assessment and Management Group, Department of Mathematics and Applied Mathematics - University of Cape Town, Private Bag, 7700 Rondebosch, South Africa  
Tel: +651 300 442, E-Mail: rebecca.rademeyer@gmail.com

### **Tsukahara, Yohei**

Scientist, Highly Migratory Resources Division, Fisheries Stock Assessment Center, Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4, Fukuura, Kanagawa, Yokohama, Shizuoka Shimizu-ku 236-8648  
Tel: +81 45 788 7937, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: tsukahara\_yohei35@fra.go.jp; tsukahara\_y@affrc.go.jp

### **Uozumi, Yuji**

Advisor, Japan Tuna Fisheries Co-operation Association, Japan Fisheries Research and Education Agency, Tokyo Koutou ku Eitai 135-0034

## **KOREA (REP.)**

### **Kwon, Youjung**

Distant Water Fisheries Resources Division, National Institute of Fisheries Science, 216 Gijang-Haeanro, Gijang-eup, Gijang-gun, 46083 Busan  
Tel: +82 51 720 2325, Fax: +82 51 720 2337, E-Mail: kwonuj@korea.kr

### **Lee, Mi Kyung**

Scientist, National Institute of Fisheries Science, 216 Gijanghaean-ro, Gijang-eup, Gijang-gun, 46083 Busan  
Tel: +82 51 720 2332, Fax: +82 51 720 2337, E-Mail: ccmklee@korea.kr; cc.mklee@gmail.com

### **Lim, Junghyun**

Scientist, National Institute of Fisheries Science (NIFS), 216, Gijanghaean-ro, Gijang-eup, Gijang-gun, 46083 Busan  
Tel: +82 51 720 2331, Fax: +82 51 720 2337, E-Mail: jhlim1@korea.kr

## **LIBYA**

### **F. Gafri, Hasan<sup>1</sup>**

Director - Libyan Commissioner to ICCAT, Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries, Department of Marine Wealth, Aldahra Street, P.O. Box 80876, Tajura Tripoli  
Tel: +218 916 274 377, E-Mail: gafrihasan@gmail.com; abdulalam.zbida@gmail.com

### **El Rabeie, Mohamed Noor Hilal M.**

General Authority for Marine Wealth, Aldahra Street, Tripoli  
Tel: +218 913 462 440, E-Mail: Elrabeie.mohamed@gmail.com

## **MOROCCO**

### **Abid, Noureddine**

Chercheur et ingénieur halieute au Centre Régional de recherche Halieutique de Tanger, Responsable du programme de suivi et d'étude des ressources des grands pélagiques, Centre régional de l'INRH à Tanger/M'dig, B.P. 5268, 90000 Drabed, Tanger  
Tel: +212 53932 5134; +212 663 708 819, Fax: +212 53932 5139, E-Mail: nabid@inrh.ma; noureddine.abid65@gmail.com

### **Bensbai, Jilali**

Chercheur, Institut National de Recherche Halieutique à Casablanca - INRH/Laboratoires Centraux, Ain Diab près du Club équestre OULAD JMEL, Rue Sidi Abderrhman / Ain Diab, 20100 Casablanca  
Tel: +212 661 59 8386, Fax: +212 522 397 388, E-Mail: bensbaijilali@gmail.com

**Haoujar, Bouchra**

Cadre à la Division de Durabilité et d'Aménagement des Ressources Halieutiques, Département de la Pêche Maritime, Nouveau Quartier Administratif, BP 476, 10150 Haut Agdal, Rabat  
Tel: +212 253 768 8121, Fax: +212 537 688 089, E-Mail: haoujar@mpm.gov.ma

**Hassouni, Fatima Zohra**

Chef de la Division de Durabilité et d'Aménagement des Ressources Halieutiques, Département de la Pêche maritime, Nouveau Quartier Administratif, Haut Agdal, B.P.: 476 Rabat  
Tel: +212 537 688 122/21, Fax: +212 537 688 089, E-Mail: hassouni@mpm.gov.ma

**TUNISIA**

**Zarrad, Rafik**

Chercheur, Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM), BP 138 Ezzahra, Mahdia 5199  
Tel: +216 73 688 604; +216 972 92111, Fax: +216 73 688 602, E-Mail: rafik.zarrad@gmail.com

**UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND**

**Fischer, Simon**

Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS), Pakefield Road, Lowestoft, Suffolk NR33 0HT  
E-Mail: simon.fischer@cefes.co.uk

**UNITED STATES**

**Brown, Craig A.**

Chief, Highly Migratory Species Branch, Sustainable Fisheries Division, Southeast Fisheries Science Center, NOAA, National Marine Fisheries Service, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149  
Tel: +1 305 586 6589, E-Mail: craig.brown@noaa.gov

**Cadrin, Steven Xavier**

Associate Professor, SMAST - University of Massachusetts, School for Marine Science & Technology, Department of Fisheries Oceanography, 836 South Rodney French Blvd, Fairhaven, MA 02744  
Tel: +1 508 910 6358, Fax: +1 508 910 6374, E-Mail: scadrin@umassd.edu

**Carrano, Cole**

836 S Rodney French Blvd, New Bedford MA 02744  
Tel: +1 8049725157, E-Mail: ccarrano@umassd.edu; cole.carrano@rsmas.miami.edu

**Fisch, Nicholas**

National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center, 101 Pivers Island Road, Beaufort, North Carolina 28516  
Tel: +1 727 798 8424, E-Mail: nicholas.fisch@noaa.gov; nickcfisch@gmail.com

**Lauretta, Matthew**

Fisheries Biologist, NOAA Fisheries Southeast Fisheries Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149  
Tel: +1 305 361 4481, E-Mail: matthew.lauretta@noaa.gov

**Peterson, Cassidy**

NOAA Fisheries, 101 Pivers Island Rd, Miami, FL 28516  
Tel: +1 910 708 2686, E-Mail: cassidy.peterson@noaa.gov

**Schalit, David**

President, American Bluefin Tuna Association, P.O. Box 854, Norwell, Massachusetts 02061  
Tel: +1 917 573 7922, E-Mail: dschalit@gmail.com

**Sissenwine, Michael P.**

Marine Policy Center, Woods Hole Oceanographic Institution, 39 Mill Pond Way, East Falmouth Massachusetts 02536  
Tel: +1 508 566 3144, E-Mail: m.sissenwine@gmail.com

**Walter, John**

Research Fishery Biologist, NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Center, Sustainable Fisheries Division, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149  
Tel: +305 365 4114; +1 804 815 0881, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: john.f.walter@noaa.gov

**Weiner, Christopher**

PO Box 1146, Wells, Maine 04090  
Tel: +1 978 886 0204, E-Mail: chrisweiner14@gmail.com

**OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS**

**ASSOCIAÇÃO DE CIÊNCIAS MARINHAS E COOPERAÇÃO - SCIAENA**

**Blanc, Nicolas**

Incubadora de Empresas da Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Pavilhão B1, 8005-226 Faro, Portugal  
Tel: +351 917 018 720, E-Mail: nblanc@sciaena.org

**FEDERATION OF EUROPEAN AQUACULTURE PRODUCERS - FEAP**

**Kiziltan, Sinan**

Aegean Exporter's Associations, MİLAS BODRUM KARAYOLU 18.KM KEMİKLER KÖYÜ MİLAS, 48670 Mugla, Milas, Türkiye  
Tel: +90 532 779 7068, E-Mail: sinan@kilicdeniz.com.tr; eib@eib.org.tr

**Sindilariu, Paul Daniel**

NEXT TUNA, Londoner Str. 3, 60327 Frankfurt, Germany  
Tel: +41 762 038 073, E-Mail: paul@nexttuna.com

**FEDERATION OF MALTESE AQUACULTURE PRODUCERS - FMAP**

**Deguara, Simeon**

AquaBioTech Ltd, Central Complex, Naggar Ste., Mosta, MST 1761, Malta  
Tel: +356 994 23123, E-Mail: dsd@aquabt.com

**THE OCEAN FOUNDATION**

**Miller, Shana**

The Ocean Foundation, 1320 19th St, NW, 5th Floor, Washington, DC 20036, United States  
Tel: +1 631 671 1530, E-Mail: smiller@oceanfdn.org

**WORLDWIDE FUND FOR NATURE - WWF**

**Buzzi, Alessandro**

WWF Mediterranean, Via Po, 25/c, 00198 Rome, Italy  
Tel: +39 346 235 7481, Fax: +39 068 413 866, E-Mail: abuzzi@wwfmedpo.org

**SCRS CHAIRMAN**

**Melvin, Gary**

SCRS Chairman, St. Andrews Biological Station - Fisheries and Oceans Canada, Department of Fisheries and Oceans, 285 Water Street, St. Andrews, New Brunswick E5B 1B8, Canada  
Tel: +1 506 652 95783; +1 506 651 6020, E-Mail: gary.d.melvin@gmail.com; gary.melvin@dfo-mpo.gc.ca

**SCRS VICE-CHAIRMAN**

**Arrizabalaga, Haritz**

Principal Investigator, SCRS Vice-Chairman, AZTI Marine Research Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Herrera Kaia Portualde z/g, 20110 Pasaia, Gipuzkoa, Spain  
Tel: +34 94 657 40 00; +34 667 174 477, Fax: +34 94 300 48 01, E-Mail: harri@azti.es

**EXTERNAL EXPERT**

**Ianelli, James**

3044 NE 98th St, Seattle WA 98115, United States  
Tel: +1 206 679 6674, E-Mail: jim.ianelli@gmail.com

**Parma, Ana**

Principal Researcher, Centro para el Estudio de Sistemas Marinos, CONICET (National Scientific and Technical Research Council), Blvd. Brown 2915, U 9120 ACF Puerto Madryn, Chubut, Argentina  
Tel: +54 (280) 488 3184 (int. 1229), Fax: +54 (280) 488 3543, E-Mail: anaparma@gmail.com; parma@cenpat-conicet.gob.ar

\*\*\*\*\*

**ICCAT Secretariat**

C/ Corazón de María 8 – 6th floor, 28002 Madrid – Spain  
Tel: +34 91 416 56 00; Fax: +34 91 415 26 12; E-mail: info@iccat.int

**Manel**, Camille Jean Pierre

**Neves dos Santos**, Miguel

**Ortiz**, Mauricio

**Palma**, Carlos

**Kimoto**, Ai

**Taylor**, Nathan

**Alemaný**, Francisco

**Mayor**, Carlos

**Pagá**, Alfonso

**Tensek**, Stasa

## Appendix 3

## List of documents and presentations

<i>Reference</i>	<i>Title</i>	<i>Authors</i>
SCRS/2022/101	Review of the catch and catch-at-age estimation for the E-BFT catch inflated estimates 1998 - 2007	Ortiz M., Kimoto A., Lauretta M., Palma C., Rouyer T., Gordo A., Di Natale A., Rodriguez-Marin E., and Walter J.
SCRS/2022/103	Determination of annual periodicity in annuli formation in Atlantic bluefin tuna otoliths	Rodriguez-Marin E., Busawon D., Luque PL., Castillo I., Stewart N., Krusic-Golub K., Parejo A. and Hanke A.
SCRS/2022/125	2022 ASAP stock assessment of the eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna	Carrano C., Maguire J-J., Kerr L., Walter J., Lauretta M., Rouyer T., and Cadrin S.X.
SCRS/2022/126	BR CMP as at June 2022	Butterworth D., Rademeyer R.A.
SCRS/2022/127	A brief review of natural mortality for the eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna, pacific bluefin tuna and southern bluefin tuna	Feng J., Zhang F., and Zhu J.
SCRS/2022/128	2022 proposed base case model for eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna assessment using stock synthesis	Sampedro P., Tsukahara Y., Lauretta M., Fukuda H., Sharma R., Gordo A., Rouyer T., Kimoto A., Walter J. and Rodríguez-Marín E.
SCRS/2022/129	Final data, explorations, model set-up and diagnostics for the 2022 VPA stock assessment of the eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna stock	Rouyer T., A. Kimoto, R. Zarrad, M. Ortiz, C. Palma, C. Mayor, M. Lauretta, Gordo A., Rodriguez Marin E. and Walter J.
SCRS/2022/131	Characteristics of the Balfegó purse seine fleet, CPUE approaches contextualize with the eastern stock indicators	Gordo A., Bahamón N., Ortiz M., and Santiago J.
SCRS/2022/132	Eastern Atlantic bluefin tuna assessment review Report from the data preparation meeting held in April	Ianelli J.
SCRS/P/2022/043	Model results and initial projections for the 2022 VPA stock assessment of the eastern and Atlantic Mediterranean bluefin tuna stock	Rouyer T., Kimoto A., Zarrad R., Ortiz M., Palma C., Mayor C., Lauretta M., Gordo A., Rodriguez-Marin E. and Walter J.
SCRS/P/2022/046	Some considerations for modeling growth of east Atlantic bluefin tuna in stock synthesis	Lauretta M., Sampedro P.
SCRS/P/2022/047	Updated CMP results	Carruthers T.
SCRS/P/2022/048	An update on the analysis of weight gain of farm E-BFT	Ortiz M., Mayor C., Paga A., and Alemany F.
SCRS/P/2022/049	Updating on GBYP matters	Alemany F., Tensek S., and Paga A.

**SCRS document abstracts as provided by the authors**

*SCRS/2022/101* – During the 2022 Eastern Atlantic and Mediterranean Bluefin Tuna Data Preparatory Meeting, the Bluefin Species Group (BFTSG) agreed to revise the assumptions and update the catch-at-size/catch-at-age (CAS/CAA) intersessionally by replacing the "NEI (inflated)" partial catches component (1998-2007) with a new set of combined Mediterranean size samples. A small ad-hoc group was formed to carry out this task and proposed an alternative CAS/CAA for the 2022 E-BFT stock assessment, this document summarizes these analyses. This document provides the revised CAS (version 2b) and two CAA based on the von Bertalanffy and the Richards growth curves. The small group agreed that this revised CAS is a better estimate of the size distribution for the NEI-inflated catch and proposed adoption by the BFTSG, and also recommended that this revision would be applied only to VPA (Virtual Population Analysis) and possibly ASAP (Age Structured Assessment Program).

*SCRS/2022/103* – Controversies remain regarding the periodicity, or seasonality, of otolith growth band formation which directly influences the correct age determination of Atlantic bluefin tuna using otoliths. Thereby, the aim of this work was to apply marginal increment analysis (MIA) and marginal edge analysis (EA) to determine the timing of band deposition. The index of completion (MIA) was also analyzed using General Additive Models. The results indicated that the opaque band starts to form in July and finishes forming in November. From the end of the year and the beginning of the following year there is minimal marginal edge growth, and this is when the translucent band begins to form and reaches its maximum development in June. MIA and EA have evidenced that the annulus has been formed in November in the Atlantic Bluefin tuna otolith. This would mean delaying the date of the current 1 July adjustment criterion to November 30.

*SCRS/2022/125* – The Age Structured Assessment Program (ASAP) was applied to eastern Atlantic and Mediterranean Atlantic bluefin tuna for the 2022 stock assessment. ASAP is a statistical catch-at-age model that requires a time series of observed catch, age composition, and indices of abundance. Previous single-fleet applications of ASAP for the 2017 and 2020 Atlantic Bluefin tuna assessments were updated and revised, and alternative models with fleet structure were explored. The single-fleet ASAP model generally fit the data well, and were retrospectively consistent, but residual patterns in age composition and uncertainty in selectivity parameters could not be resolved. Model estimates suggest a substantial change in selectivity in the late 1990s, from full selection of young ages and partial selection of older ages before 1999, then partial selectivity of young ages and full selection of older ages since 1999. Model results suggest that the stock decreased from the 1970s to the early 2000s then recovered over the last decade from recent strong recruitment and low fishing mortality. Multi-fleet ASAP models were developed to fit catch data and estimate selectivity for each index fleet as well as the Mediterranean purse seine fleet. Multi-fleet-based runs were retrospectively consistent and fit the available data well, with some residual patterns. Results suggest stock recovery in the last decade from relatively low fishing mortality and strong recruitment. However, in contrast to the historical stock trajectory indicated by single-fleet runs, estimates of stock size from multi-fleet runs were low for the 1960s to the early 2000s. Status determination from single-fleet and multi-fleet runs was similar: the estimate of 2020 fishing mortality was much less than  $F_{0.1}$ , and the estimate of 2020 spawning biomass was much greater than  $SSBF_{0.1}$ .

*SCRS/2022/126* – The BR CMP is further adjusted in a few respects, especially as regards the relative weights given to the different indices of abundance to secure improved median TAC trajectories. Results are provided for the four basic development tunings, plus variants for one of those tunings in relation to TAC change constraints and the period between TAC changes. Furthermore, the CMP is tuned to the most aggressive option possible under the Blim constraint at 15% and at 10% conservation performance for the eastern population seems too poor for the former, as is catch performance for the West area for the latter.

*SCRS/2022/127* – A brief review is presented regarding the natural mortality used in the stock assessment for eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna over the past decades and in management strategy evaluation in recent years. Furthermore, the variation of natural mortality assumptions of Pacific bluefin tuna and Southern bluefin tuna is also reviewed. There were three types of natural mortality assumptions used in the stock assessment and/or management strategy evaluation as follows: the fixed values at all ages, an age-specific vector, and a smooth decreasing curve rescaled with the Lorenzen mortality function. The current natural mortality assumption is more logical compared to those previous assumptions. A long-term biological investigation of Atlantic bluefin tuna is needed to provide more available information about natural mortality.

*SCRS/2022/128* – This document presents the proposed base case for the assessment of the eastern Atlantic and Mediterranean population of bluefin tuna using Stock Synthesis in 2022. The model runs from 1950 to 2020 and was fitted to length composition data, conditional age-at-length (otolith and spines-length-age pairs), 16 fishing fleets and 11 indices of abundance. Growth is modelled by a Richards function with  $L_{INF}$  fixed at 271 cm,  $K$  fixed at 0.23387, and the shape parameter is estimated by the model. A Beverton-Holt stock recruitment relationship was estimated in the model with the steepness and  $\sigma_R$  fixed at 0.9 and 0.6, respectively.  $R_0$  is freely estimated. Although the diagnostics indicate an acceptable stability of the model, there are important conflicts between the catch information, length composition and index data. The model fits to length compositions were not good, but the model followed most of the indices fairly well. The model results showed that the SSB decreased from 1950 until the 1970s, remaining relatively stable at low values during the 1980-2009 period, and showing a sharp and steady increase since 2010. Model diagnostics indicated that the different source of data provides contradicting information about the stock, resulting in biases in the results.

*SCRS/2022/129* – This document presents the modelling work done for the 2022 stock assessment for the eastern and Mediterranean Bluefin tuna stock during informal modelling subgroup meetings in June 2022. This document presents various runs built upon the base case for the 2017 stock assessment. These runs aim to address issues identified in the 2020 update assessment and aspects discussed during the informal meetings held in June 2022, regarding the inclusion of updated catch-at-age data, improvement of model stability in relation to  $F_{RATIO}$  estimates, the selection of the age for the plus group and inclusion of the WMED\_GBYP\_AER index. Following several explorations, the present work contains two runs that displayed improved diagnostics compared to previous runs. These models have improved retrospective patterns and no problematic issue was found through jittering the random number generator, jittering the starting values for the terminal  $F$  estimate, bootstrapping or through jackknife analysis.

*SCRS/2022/131* – This study describes the characteristics of the fleet including its operational particularities in order to comprehend the fishing effort of this fleet and the possible factors of standardisation of its CPUEs. In order to estimate the CPUEs with different approaches and discuss the information provided by each of them. Finally, the different estimates are contextualised with all the indicators of the eastern stock.

*SCRS/2022/132* – The reviewer for the East Atlantic and Mediterranean Bluefin Tuna stock assessment provided a review report from the data preparation meeting held in April.

*SCRS/P/2022/043* – During the meeting, the Group requested future projections using VPA for the E-BFT stock assessment, this presentation provided the stock status and short-term projection applying  $F_{0.1}$  or 36000 t.

*SCRS/P/2022/046* – The preliminary Stock Synthesis runs demonstrated an inability to estimate growth ( $L_{INF}$  in particular) within the model, due to lack of size-at-age information of older ages. SS estimates of growth for the West Atlantic model, which includes large numbers of East Atlantic origin, otolith-aged fish, resulted in  $L_{INF} = 272$  and 273 cm from the 2020 and 2021 assessments, respectively. The northern fleets of Canada HL and Norway PS appear to catch the largest bluefin tuna observed with upper modes near 270 cm and  $L_{MAX}$  near 340 cm. Distributions of size-at-age and estimates of mean size of older age classes in the mixed-stock West area fisheries support the Richards growth function. It was recommended to fix  $L_{INF} = 271$  and assume a Richards growth model in the East Atlantic Stock Synthesis model, and to assume asymptotic selectivity for the Norway PS during the period 1970 to 1981.

SCRS/P/2022/047 – The MSE Expert presented the tasks completed since last meeting in New Metrics (v7.6.6): PrpOF: Proportion  $U > UMSY$  (i.e., probability of overfishing, projection years 1-30), AvUrel: mean  $U / UMSY$  (projection years 1-30), new tab in shiny app: 'Proj F' which shows  $U/MSY$  quantiles, projections only go out to 40 years and 2059. 40 projection years were necessary because the first three years (i.e., 2020-2022) are before the CMP is applied, the next 35 are needed to show the overfished trend metric (OFT, calculated from CMP years 31- 35). Results compiled for 6 CMPs: TC, BR, AI, PW, LW, FZ in the new version (v7.6.6).

SCRS/P/2022/048 – No text was provided by the author(s).

SCRS/P/2022/049 – No text was provided by the author(s).

## Appendix 5

### **Control, parameter and data files for eastern bluefin tuna VPA run 385**

This Appendix is available as an [electronic document](#).

## Appendix 6

### **Control, parameter and data files for eastern bluefin tuna Stock Synthesis run 16 reweight**

This Appendix is available as an [electronic document](#).

## Appendix 7

### **Control and data file for eastern bluefin tuna ASAP base run 2**

This Appendix is available as an [electronic document](#).

## Atlantic Bluefin Tuna MSE – Results, Decisions, & Next Steps

### Executive Summary

This document presents updated results from the Atlantic bluefin tuna management strategy evaluation (MSE) process from new analyses conducted to address feedback received at the 9-10 May 2022 Panel 2 meeting. The intention is to provide sufficient information to facilitate discussion among scientists, fishery managers and stakeholders, as well as decision-makers, at the 14 July 2022 meeting of Panel 2.

### Candidate Management Procedures

There are currently 6 candidate management procedures (CMPs) under development by the SCRS (**Table 1**). All calculate separate total allowable catches (TACs) for the West and East management areas. The SCRS rigorously reviewed all available western and eastern indices, resulting in two indices being deemed unsuitable in their present condition to be used for CMP inputs. After this, the choice of indices used in each CMP has been at the discretion of developers with emphasis placed on whether the CMPs perform well when using these indices. We present recent results from 6 CMPs to show key performance trade-offs for management objectives in a ‘quilt plot’ (**Figure 1**) that ranks the most recent results of these CMPs on 5 key performance statistics for both East and West. A second plot (**Figure 2**) includes 10 additional statistics for background. The performance statistics are described in **Table 2**.

The July Panel 2 agenda specifies four main decision points:

- Decision point 1 (PA2 Agenda Item 6.a): 2-year vs. 3-year management cycle and symmetric stability
  - 3-year management cycles were tested for 2 CMPs: BR and TC. The results for the BR CMP variants tuned to a common LD\*15 value are shown in **Table 3** and summarized below.
  - The 3-year cycle was slower to react to signals to decrease TAC and thus had lower 50%ile biomass status (Br30) and slightly reduced AvC30 coupled with slightly higher variability in TAC changes.
  - To compensate, SCRS explored greater allowable TAC reductions (+20%/-35% stability) that improved Br30 status slightly for both eastern and western stocks.
  - Performance was only slightly inferior and practical considerations (stability, reduced administrative burden) may support a 3-year management cycle; this decision should be made at this meeting to facilitate further CMP development and the SCRS notes that this will be time-consuming for all developers to implement.
  - The May PA2 meeting requested that the SCRS evaluate a symmetrical stability provision of +/-20% compared to the default +20%/-30%. The +20/-20 option was slower to implement necessary TAC decreases and thus had lower yield and biomass performance (i.e., greater risk) (**Table 4**). The SCRS has not yet evaluated +20/-20 with a 3-year cycle but expects performance to be worse, since not even +20/-30 had satisfactory performance in terms of the agreed  $B_{LIM}$  requirements. Nonetheless, to facilitate further CMP development, Panel 2 should decide at this meeting whether symmetrical stability provisions are required.
- Decision point 2 (PA2 Agenda Item 6.b): Incorporation of ‘phase-in’ as default
  - As per PA2 guidance in May, all CMPs were tested with a phase-in (i.e., limiting any downward TAC change to 10% for the first two 2-year management cycles). The phase-in made little difference to long-term biomass (risk) or yield outcomes, and thus is confirmed as a viable approach; this decision should be made at this meeting to facilitate further CMP development.
- Decision point 3 (PA2 Agenda Item 6.c): Culling of CMPs that fail the thresholds defined at the May PA2 meeting
  - Lowest depletion, LD\* (>15% probability of falling below  $B_{LIM}$ , i.e., 40% of dynamic SSBMSY).

- Two CMPs (i.e., EA and TN) were withdrawn by their developers due to difficulties in meeting this LD\* 15% threshold; this decision to remove these CMPs has been made by their individual developers so no decision is necessary by Panel 2.
- 60% PGK (i.e., probability of being in the green quadrant of the Kobe matrix in year 30).
  - All 6 CMPs meet or nearly meet this (**Figure 1**) for the default tuning level (median Br30 of 1.25 for the western stock and 1.50 for the eastern).
- Decision point 4: Culling of lowest performing CMPs
  - Of the 6 presented CMPs, does Panel 2 want to cull any now? The SCRS does not expect any culling to occur now.
  - Examining the quilt plots in **Figures 1** and **2**, are there certain performance statistics or trends that are considered undesirable, concerning or unacceptable by PA2?

Feedback is also sought on the following points related to CMP structure and behaviour and the path forward:

- Preferences on yield path
  - Recent high abundance is expected to result in increased catches (both in the East and the West) in the short term, followed by a decline. Should the possibility of reducing the size of the peak of this pulse in TACs to spread it over a longer period be investigated?
- Index selection for CMPs
  - Number of indices: Some CMPs use all 10 of the approved indices to set TACs, while others use as few as 2 per management area (**Figure 1**).
- Performance tuning
  - The SCRS will discuss the process of performance tuning to achieve higher yield performance while meeting minimum safety and status objectives.
- Process for obtaining feedback from CPCs of their stakeholder preferences relative to CMP decisions (see also Next steps below)
  - How may the SCRS assist in CPC-planned stakeholder outreach?

### Next steps

After the Panel 2 meeting on 14 July, one remaining Panel 2 meeting will take place before the Commission Plenary, scheduled for 14 October 2022. This will follow the September meetings of the SCRS Bluefin MSE Technical Subgroup, Bluefin Species Group, and SCRS Plenary meeting. The Bluefin Species Group also hopes to convene additional Ambassador meetings (tentatively, in late July and early October) in English, French and Spanish, and some summary materials are available in Arabic.

### Other resources

Atlantic Bluefin Tuna MSE splash page, including the interactive Shiny App (ENG only)

- CMP Results and Plotting
- CMP Performance Overview with Quilt Plots
- CMP Performance with Spider Plot

Harveststrategies.org MSE outreach materials (multiple languages, including Arabic)

**Table 1.** Table of Candidate Management Procedures (CMPs). All indices are referenced at the end of the table.

CMP	Indices used		Detailed description	Strengths/Weaknesses	References
	EAST	WEST			
FO	FR AER SUV2 JPN LL NEAt12 W-MED LAR SUV	US RR 66-144, CAN SWNS RR US-MEX GOM PLL	Uses an estimated F0.1 applied to an estimate of biomass to provide TAC advice. The F0.1 estimate is based on the relative abundance of young, medium and old fish for each area (which is informed from the areas indices noted on the left). Estimated biomass for each area is derived from an index from that area and a period of reference years.	Strengths: - performs well across several indicators. - uses indices that represent various age class to calculate TAC	SCRS/2020/144 SCRS/2021/122
AI	All	All	An artificial neural network is trained on simulated projected data for all indices (from both sides of the ocean) and a management value V, that is the true simulated vulnerable biomass in each area multiplied by a harvest control rule. Once trained, the neural network can predict V using new index data (simulated or real). Area-specific TAC is then calculated as a constant fraction of V.	Strengths: - performs well across several indicators. - Uses all indices Weaknesses: - lacks a clear relationship between index values and TAC, due to machine learning component. - struggles to achieve LD and PGK	SCRS/2021/028
BR	All	All	TACs are set based on relative harvest rates (with some slight initial time dependence) for a reference year (2018) applied to the 2-year moving average of a combined master abundance index for each of the West and East areas. These master indices are weighted averages across the indices available for the area based on their variances and to achieve smoother TAC trends over time.	Strengths: - strong performance, across most indicators. - Uses all indices	SCRS/2021/121 SCRS/2021/152 SCRS/2022/082 SCRS/2022/126
LW	W-MED LAR SUV JPN LL NEAt12	GOM LAR SUV MEXUS_LL	LW uses a 3-yr average of catch divided by relative SSB to estimate a constant harvest rate metric. All 4 indices on the left are used for the West area to account for stock mixing; Med larval and JPN East LL are used for the East area.	Strengths: - performs well across several indicators. Weaknesses: - has struggled to achieve some of PA2 identified thresholds for PGK.	SCRS/2021/127

<b>PW</b>	W-MED LAR SUV JPN LL NEAtl2	GOM LAR SUV MEXUS_LL	Similar to LW, PW uses indices in the East and the West (as specified on the left) to achieve a constant exploitation rate. It adjusts Western TAC according to Eastern indices under the assumption that Western TACs are supported by Eastern mixing.	Strengths: - performs well across several indicators. Weaknesses: - poor stability and yield.	SCRS/2021/155 SCRS/2022/078
<b>TC</b>	MOR POR TRAP JPN LL NEAtl2 W-MED LAR SUV GBYP AER SUV BAR	US RR 66- 144 JPN_LL_West 2 GOM_LAR_SU V	Two fishery indices for each area (West: JPN_LL_West2, US_RR_66_144. East: JPN_LL_NEAtl2, MOR_POR_TRAP) and three stock-specific fishery independent indices (West: GOM_LAR_SUV. East: MED_LAR_SUV, GBYP_AER_SUV_BAR) are used to predict area biomass assuming a fixed rate of stock mixing (e.g., a fixed fraction of the Eastern stock enters the West area). The TAC is calculated for each area by multiplying the predicted area biomass by a constant harvest rate.	Strengths: - highest stability Weaknesses: - increased stability causes somewhat lower biomass and yield performance.	SCRS/2020/150 SCRS/2020/165

East indices: FR AER SUV2 – French aerial survey in the Mediterranean; JPN LL NEAtl2 – Japanese longline index in the Northeast Atlantic; W-MED LAR SUV – Larval survey in the western Mediterranean; MOR POR Trap – Moroccan-Portuguese trap index; GBYP AER SUV BAR – GBYP aerial survey in the Balearics.

West indices: US RR 66-144 – U.S. recreational rod & reel index for fish 66-144 cm; CAN SWNS RR – Canadian Southwest Nova Scotia handline index; US-MEX GOM PLL – U.S. & Mexico combined longline index for the Gulf of Mexico; GOM LAR SUV – U.S. larval survey in the Gulf of Mexico; JPN LL West2 - Japanese longline index for the West Atlantic.

**Table 2.** Table of Operational Management Objectives and Performance Statistics.

Management Objectives (Res. 18-03) + May 2022 PA2 guidance	Primary Performance Statistics (Tuning Objective & Quilt 1)	Secondary Performance Statistics (Quilt 2)
<p><b>Status</b> The stock should have a greater than [60]% probability of occurring in the green quadrant of the Kobe matrix.</p> <p>(To be evaluated at intermediate points between zero and 30 years, and at the end of the 30-year period.)</p>	<p><b>Br30</b> – Br [i.e., biomass ratio, or spawning stock biomass (SSB) relative to dynamic SSB<sub>MSY</sub><sup>1</sup>] after 30 years.</p> <p><b>PGK</b>: probability of being in the Kobe green quadrant (i.e., SSB&gt;dSSB<sub>MSY</sub> and U&lt;UMSY<sup>2</sup>) in year 30.</p>	<p><b>AvgBr</b> – Average Br over projection years 11-30.</p> <p><b>Br20</b> – Br after 20 years.</p> <p><b>POF</b> – Probability of overfishing (U&gt;UMSY) after 30 projected years.</p> <p><b>PNRK</b> - Probability of not being in the red Kobe quadrant (SSB &gt; SSB<sub>MSY</sub> or U &lt; UMSY) after 30 projected years.</p> <p><b>OFT</b> – Overfished Trend, SSB trend if Br30&lt;1.</p> <p><b>PrpOF</b> – Proportion U &gt; U<sub>MSY</sub> (i.e., probability of overfishing in projection years 1-30). (<i>See presentation. Not currently in quilt plot.</i>)</p> <p><b>AvUrel</b> – mean U/U<sub>MSY</sub> in projection years 1-30. (<i>See presentation. Not currently in quilt plot.</i>)</p> <p><b>U/U<sub>MSY</sub></b> – exploitation rate (U) in biomass divided by exploitation rate at MSY. (<i>Shown as a trajectory in the presentation rather than in a quilt plot.</i>)</p>
<p><b>Safety</b> There should be no more than a [15]% probability of the stock falling below BLIM at any point during the years 11-30 of the projection period.</p>	<p><b>LD*</b> – Lowest depletion (i.e., SSB relative to dynamic SSB<sub>MSY</sub>) over years 11-30 in the projection period. LD* value is evaluated relative to SCRS-proposed B<sub>LIM</sub> (40% of dynamic SSB<sub>MSY</sub>).<sup>3</sup> LD5%, LD10% and LD15% will all be evaluated, with the latter in Quilt 1 and the former 2 in Quilt 2.</p>	
<p><b>Yield</b> Maximize overall catch levels.</p>	<p><b>AvC10</b> – Median TAC (t) over years 1-10.</p> <p><b>AvC30</b> – Median TAC (t) over years 1-30.</p>	<p><b>C1</b> – TAC in first 2 years of MP (i.e., 2023-24).</p> <p><b>AvC20</b> – Median TAC (t) over years 1-20.</p>
<p><b>Stability</b> Any change in TAC between management periods should be no more than a 20% increase or a [20][30]% decrease, except during the application of the MP in the first two management periods, where any TAC change shall not exceed a 20% increase or a 10% decrease.</p>	<p><b>VarC</b> – Variation in TAC (%) between 2-year management cycles.</p>	

<sup>1</sup>Dynamic SSB<sub>MSY</sub> is a set fraction of dynamic SSB<sub>0</sub>, which is the spawning stock biomass that would occur in the absence of fishing, historically and in the future. Dynamic SSB<sub>MSY</sub> can change over time since it is based on current recruitment levels, which fluctuate due to time-varying dynamics in the models.

<sup>2</sup>The exploitation rate (U) is annual catch (in tonnes) divided by the total annual biomass in tonnes. U<sub>MSY</sub> is the fixed harvest rate (U) corresponding with SSB/SSB<sub>MSY</sub>=1 at year 50.

<sup>3</sup>SCRS proposed a B<sub>LIM</sub> of 40% of dynamic SSB<sub>MSY</sub> for the purposes of the MSE for CMP testing and performance tuning. Status relative to B<sub>LIM</sub> is calculated as the lowest depletion (spawning biomass relative to dynamic SSB<sub>MSY</sub>) over projection years 11-30 for which the CMP is applied across the plausibility weighted operating models. B<sub>LIM</sub> is proposed as a performance statistic, not as an ‘active’ or functional trigger for determining a management action.

**Table 3.** Performance for management cycle variations of the BR CMP tuned to a common LD\*15 (0.4 of dynamic SSB<sub>MSY</sub>) for comparative purposes. Performance statistics are described in **Table 2**. The 3-year cycle (BR5c) was slower to react to signals to decrease TAC and thus had slightly worse performance for status, yield and stability when compared to the 2-year cycle (BR5a). Improved status (Br30 5<sup>th</sup> and 50<sup>th</sup> percentiles) can be achieved with a 3-year management cycle by allowing for greater reductions in TAC as shown by BR5d.

Variant	Mgmt Cycle	Stability	East						West					
			Br30 50% tile	Br30 5% tile	LD*15	LD*10	Difference in AvC30 (kt)	VarC	Br30 50% tile	Br30 5% tile	LD*15	LD*10	Difference in AvC30 (kt)	VarC
BR5a	2-year	+20/-30	1.03	0.24	0.4	0.31	-	19.7	1.07	0.41	0.4	0.32	-	13.56
BR5c	3-year	+20/-30	1.1	0.20	0.4	0.28	-1.81	20.1	1.15	0.37	0.4	0.29	-0.11	15.12
BR5d	3-year	+20/-35	1.13	0.31	0.4	0.34	-2.37	20.9	1.17	0.42	0.4	0.31	-0.08	15.33

**Table 4.** Comparative performance for variations of the BR CMP with symmetric TAC change restrictions. Performance statistics are described in **Table 2**. Performance of BR2g (+20/-20 stability) has slightly lower yields (AvC30) compared to BR2a (+20/-30 stability), as well as poorer conservation (LD\*) performance.

Variant	Mgmt Cycle	Stability	East					West				
			Br30 50% tile	LD*15	LD*10	Difference in AvC30 (kt)	VarC	Br30 50% tile	LD*15	LD*10	Difference in AvC30 (kt)	VarC
BR2a	2-year	+20/-30	1.5	0.66	0.58	-	16.56	1.25	0.49	0.38	-	12.61
BR2g	2-year	+20/-20	1.49	0.55	0.46	-0.27	14.53	1.24	0.46	0.32	-0.01	12.15

**Figure 1.** Primary ‘Quilt’ plot for the West and East for tuning level 2 (i.e., Br30=1.25 for West and Br30=1.5 for East) using the default weighting scheme (i.e., 0 for PGK; 0.5 for AvC10 and AvC30; 1.0 for VarC and LD15) and ordered relative to the total column. Colour scale represents relative performance from dark (best) to light (worst) within a column. This plot shows the top 5 performance statistics chosen on the basis of removing duplicative statistics and focusing on the four operational performance statistics of safety, status, stability and yield. The five statistics and associated percentiles are PGK: probability of being in the Kobe green quadrant (i.e.,  $SSB > SSB_{MSY}$  and  $U < U_{MSY}$ ) in year 30; AvC10: average catch (kilotons, kt) over years 1-10 (50%tile); AvC30: average catch (kt) over years 1-30 (50%tile); VarC: Variation in catch (kt) between 2-year management cycles (50%tile); LD\*(15%): 15%tile of lowest depletion over years 11-30. PGK is not weighted in the scoring as all CMPs are tuned to achieve similar biomass status. Ordering is achieved by scaling each column according to its minimum and maximum, within a column, giving a rank order from 0 (best) to 1 (worst), weighting columns according to the default weighting, obtaining an average for West and East and then taking the average across East and West (Tot). See **Table 2** for more detailed descriptions of performance statistics. The ‘a’ for each CMP refers to the +20/-30 stability tuning without phase-in.

CMP	West					East					Tot	# indices
	PGK (Mean)	AvC10 (50%)	AvC30 (50%)	VarC (50%)	LD (15%)	PGK (Mean)	AvC10 (50%)	AvC30 (50%)	VarC (50%)	LD (15%)		
BR2a	0.63	3.02	2.72	12.61	0.49	0.78	40.9	32.65	16.56	0.66	0.26	10
AI2a	0.58	3.03	2.77	16.43	0.53	0.71	41.16	37.62	16.17	0.65	0.27	10
TC2a	0.61	2.83	2.64	6.71	0.4	0.73	33.43	29.21	8.18	0.54	0.48	7
FO2a	0.62	2.84	2.77	14.29	0.48	0.64	37.37	30.46	13.93	0.47	0.53	6
LW2a	0.59	2.68	2.56	15.63	0.5	0.72	34.63	30.27	17.21	0.6	0.58	4
PW2a	0.67	2.37	2.29	17.11	0.45	0.74	35.36	29.93	13.27	0.6	0.71	4

**Figure 2.** Secondary quilt plots, shown separately for East and West, which depict the following 10 performance statistics - C1: catch in the first year of CMP application (50%); AvC20: average catch (kilotons, kt) over years 11-20 (50%tile); AvgBr: spawning biomass relative to dynamic  $SSB_{MSY}$  over projection years 11-30 (50%), Br20: Depletion (spawning biomass relative to dynamic  $SSB_{MSY}$ ) in projection year 20 (50%); Br30: Depletion (spawning biomass relative to dynamic  $SSB_{MSY}$ ) in projection year 30 (5%); LD\* (5%): 5%tile of lowest depletion over years 11-30; LD\* (10%) 10%tile of lowest depletion over years 11-30; POF: Probability of Overfishing ( $U > U_{MSY}$ ) after 30 projected years (mean); PNRK: Probability of not Red Kobe ( $SSB > SSB_{MSY}$  or  $U < U_{MSY}$ ) after 30 projected years (mean), OFT: Overfished trend, SSB trend over projection years 31 - 35 when  $Br30 < 1$ . See **Table 2** for more detailed descriptions of performance statistics. The ‘a’ for each CMP refers to the +20/- 30 stability tuning without phase-in. Order of the CMPs is the same as in quilt plot 1.

East										
CMP	C1 (50%)	AvC20 (50%)	AvgBr (50%)	Br20 (50%)	Br30 (5%)	LD (5%)	LD (10%)	POF (Mean)	PNRK (Mean)	OFT (P>0)
BR2a	43.2	34.05	1.49	1.45	0.73	0.49	0.58	0.03	0.99	0.96
AI2a	32.27	40.51	1.53	1.51	0.47	0.42	0.55	0.11	0.9	0.86
TC2a	37.26	28.84	1.59	1.58	0.52	0.37	0.47	0.07	0.94	0.9
FO2a	43.2	29.83	1.52	1.5	0.3	0.25	0.37	0.21	0.81	0.84
LW2a	43.2	30.14	1.52	1.5	0.55	0.44	0.53	0.08	0.95	0.92
PW2a	41.14	30.2	1.53	1.5	0.57	0.43	0.52	0.06	0.97	0.93

West										
CMP	C1 (50%)	AvC20 (50%)	AvgBr (50%)	Br20 (50%)	Br30 (5%)	LD (5%)	LD (10%)	POF (Mean)	PNRK (Mean)	OFT (P>0)
BR2a	2.71	2.73	1.34	1.31	0.54	0.28	0.38	0.22	0.83	0.86
AI2a	2.82	2.83	1.35	1.31	0.63	0.32	0.42	0.26	0.87	0.87
TC2a	2.68	2.59	1.42	1.41	0.35	0.18	0.27	0.28	0.78	0.86
FO2a	2.41	2.78	1.38	1.35	0.48	0.3	0.38	0.26	0.81	0.85
LW2a	2.53	2.56	1.34	1.3	0.49	0.28	0.38	0.26	0.81	0.84
PW2a	2.42	2.27	1.23	1.18	0.49	0.28	0.38	0.09	0.95	0.94