

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

17ª REUNIÓN

La Jolla, California (EE. UU.)

08-12 de junio de 2026

SAC-17-INF-Q

ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN DE LA ORDENACIÓN (EEO) PROVISIONAL MULTIESPECIE Y MULTIPOBLACIÓN PARA LOS ATUNES TROPICALES DEL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL

Mark N. Maunder, Haikun Xu, Carolina Minte-Vera, Rujia Bi y Alexandre Aires-da-Silva

RESUMEN

Se llevó a cabo una evaluación *provisional* de la estrategia de ordenación de múltiples especies (EEO-ME) para los atunes tropicales del Océano Pacífico Oriental (OPO), en la que se tuvieron en cuenta tanto las diferentes especies como las hipótesis alternativas sobre la estructura de las poblaciones dentro de una misma especie (en el caso del aleta amarilla). No fue posible realizar una EEO multiespecie y multipoblación totalmente integrada debido a limitaciones de tiempo y a que aún no se han identificado los objetivos de ordenación de múltiples poblaciones. Por lo tanto, esta EEO-ME provisional evaluó la estrategia de extracción (HS, por sus siglas en inglés) menos conservadora identificada en la EEO del atún patudo (F30-S20) utilizando el conjunto de modelos de los análisis de riesgo del atún aleta amarilla (poblaciones separadas del noreste y del suroeste) y del atún barrilete.

La EEO-ME evaluó la mortalidad por pesca en relación con los puntos de referencia objetivo y límite para cada población. En el documento [SAC-17-05](#) se ofrece una evaluación más exhaustiva del rendimiento de las estrategias de extracción del atún patudo. El análisis que aquí se presenta no evalúa explícitamente otros indicadores de rendimiento, como la biomasa reproductora y las capturas, aunque pueden hacerse inferencias aproximadas bajo supuestos de equilibrio.

Los resultados indican que la aplicación de la estrategia de extracción F30-S20 para el atún patudo para la ordenación de la pesquería de atún tropical en su conjunto mantendría la mortalidad por pesca, tanto para las poblaciones de atún aleta amarilla como para la del barrilete, en o por debajo de sus respectivos puntos de referencia objetivo y muy por debajo de sus puntos de referencia límite. Los resultados indican además que la biomasa reproductora se mantendría en los puntos de referencia objetivo correspondientes o por encima de ellos, y muy por encima de los puntos de referencia límite. Dado que F30-S20 es la estrategia de extracción menos conservadora identificada en la EEO del atún patudo, se espera que estas conclusiones se apliquen de igual manera, o con mayor intensidad, a las demás estrategias de extracción que se evaluaron.

Los análisis del rendimiento de equilibrio indican que el rendimiento del barrilete podría incrementarse considerablemente mediante el aumento de los niveles de mortalidad por pesca. Por el contrario, no se

espera que el aumento de la mortalidad por pesca global suponga un incremento significativo del rendimiento del aleta amarilla, aunque este podría incrementarse reduciendo la mortalidad por pesca de los ejemplares más pequeños y aumentándola en los ejemplares más grandes.

Los resultados indican que el actual marco de ordenación provisional puede aplicarse utilizando una estrategia de extracción desarrollada a partir del modelo de EEO del atún patudo. Sin embargo, la evaluación actualizada del atún patudo de 2026 ([SAC-17-03](#)) apunta a una reducción continuada de la mortalidad por pesca de los juveniles de atún patudo, de modo que ahora se estima que el atún aleta amarilla es la población que requiere las medidas de ordenación más restrictivas según la hipótesis de la estructura de la población de aleta amarilla del suroeste. A pesar de este cambio, los análisis aquí presentados indican que es poco probable que la aplicación de una estrategia de extracción basada en el patudo afecte negativamente al estado de las poblaciones de aleta amarilla o de barrilete.

El desarrollo de objetivos de ordenación multiespecie y multipoblación, las estrategias de extracción para el atún aleta amarilla y el barrilete y enfoques alternativos para la ordenación de los túnidos tropicales en el OPO debería ser una prioridad antes de emprender una ordenación multiespecie y multipoblación (EEO) plenamente integrada.

1. INTRODUCCIÓN

La pesquería de atún tropical en el Océano Pacífico Oriental (OPO) es una pesquería multiespecie y con múltiples artes de pesca, dedicada al atún aleta amarilla, el patudo y el barrilete. La composición de las capturas varía considerablemente según el arte de pesca y, en el caso de la pesca con red de cerco, según el tipo de lance. En el OPO se realizan tres tipos principales de lances con red de cerco: (1) lances sobre atunes asociados a delfines (DEL), (2) lances sobre atunes asociados a objetos flotantes (OBJ) y (3) lances sobre cardúmenes no asociados (NOA). Estos tipos de lances presentan composiciones de especies distintas. Los lances DEL capturan predominantemente atún aleta amarilla de gran tamaño. Los lances OBJ capturan predominantemente atún barrilete, pero también cantidades sustanciales de atún aleta amarilla y patudo pequeño. Los lances NOA capturan predominantemente atún barrilete junto con cantidades sustanciales de atún aleta amarilla de pequeño tamaño. En consecuencia, el tipo de lance de cerco utilizado por un buque influye considerablemente en su contribución a la mortalidad por pesca específica de cada especie. Además, la distribución espacial del esfuerzo pesquero afecta al grado en que la mortalidad por pesca se ejerce sobre cada especie y población de atún tropical.

Otra complicación es la posible existencia de múltiples poblaciones dentro de una misma especie en el OPO. Por ejemplo, la evaluación actual del atún aleta amarilla considera hipótesis alternativas sobre la estructura de las poblaciones, incluida la posibilidad de que existan dos poblaciones de atún aleta amarilla en el OPO (Figura 1). Al igual que ocurre con las diferentes especies, las distintas poblaciones pueden presentar diferentes grados de vulnerabilidad frente a los artes de pesca, los tipos de lances de cerco y la distribución espacial del esfuerzo pesquero. En aras de la simplicidad, este informe utiliza el término «*evaluación de la estrategia de ordenación de múltiples poblaciones*» (EEO-MP), reconociendo que las diferentes especies también pueden considerarse poblaciones distintas dentro de un marco más amplio de múltiples poblaciones.

La ordenación de las pesquerías de atún tropical en el OPO se lleva a cabo mediante diversas medidas, entre las que se incluyen vedas estacionales de la pesquería, umbrales individuales por buque (UIB), vedas espaciales, requisitos de retención total para el atún tropical, requisitos de no retención para determinadas especies de captura incidental, límites de capacidad de los buques, límites sobre las boyas con ecosonda activas y límites de extracción con palangre para algunas CPC. Estas medidas persiguen diferentes objetivos e interactúan de diversas maneras. Algunas funcionan de forma independiente, otras

son complementarias y algunas solo son eficaces cuando se aplican de forma combinada.

Las vedas estacionales (días de veda) son la principal medida utilizada para controlar la mortalidad por pesca de los atunes tropicales en la pesquería de cerco. Más recientemente, se han adoptado UIB para el atún patudo como medida adicional específica para esta especie con el fin de reducir la mortalidad por pesca del patudo, en particular en las pesquerías sobre objetos flotantes. Dado que la veda estacional se aplica independientemente del tipo de lance de cerco, afecta a la mortalidad por pesca de las tres especies de atún tropical: el aleta amarilla, el patudo y el barrilete.

En virtud de la norma provisional de control de extracción (HCR, por sus siglas en inglés) de la CIAT, las recomendaciones de ordenación se basan en las estimaciones de la mortalidad por pesca derivadas de la evaluación de la población (Resolución [C-23-06](#)). Concretamente, la evaluación se utiliza para determinar en qué medida debe cambiar la mortalidad por pesca actual (F_{cur} , definida como la media de los tres últimos años) para alcanzar la mortalidad por pesca asociada al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) de la población que requiere la ordenación más restrictiva. A continuación, las medidas de ordenación, principalmente el período de veda de la pesca con red de cerco, se ajustan en consecuencia.

Históricamente, el atún patudo ha sido la especie que más preocupación ha suscitado en materia de ordenación y, por lo tanto, ha determinado en gran medida las decisiones de ordenación de los atunes tropicales en el OPO. Por lo tanto, la Evaluación de la Estrategia de Ordenación (EEO) se llevó a cabo por primera vez para el atún patudo ([SAC-17-05](#)). Este trabajo ya se ha completado y se han evaluado varias estrategias de extracción alternativas. Se identificaron tres estrategias de extracción que cumplían los objetivos de ordenación propuestos.

Estas estrategias de extracción reducirían, en promedio, el número de días de veda y, por lo tanto, aumentarían la mortalidad por pesca del atún patudo con respecto a los niveles actuales, al tiempo que mantendrían la población en el nivel objetivo. Como era de esperar, dado que la veda de la pesca con redes de cerco afecta a todas las especies de atunes tropicales, estas estrategias de extracción también aumentarían la mortalidad por pesca del atún aleta amarilla y del barrilete. En consecuencia, existe un interés creciente en llevar a cabo evaluaciones de ordenación (EEO) para el atún aleta amarilla y el barrilete y, en última instancia, desarrollar un marco de EEO totalmente integrado, multiespecie y multipoblación, capaz de evaluar simultáneamente los objetivos de ordenación y las estrategias de extracción para las tres especies de atunes tropicales.

Un modelo completo de EEO para múltiples poblaciones exige un gran esfuerzo computacional, ya que requiere modelos operativos para todas las poblaciones y la coordinación de las medidas de ordenación entre ellas durante cada ciclo de ordenación. También, exige la especificación de estrategias de extracción para todas las poblaciones, lo que puede dar lugar a un gran número de combinaciones de estrategias de extracción que deben evaluarse. Además, deben definirse y acordarse los objetivos de ordenación para cada población. En consecuencia, el desarrollo y la evaluación de una EEO completa para múltiples poblaciones es un proceso que requiere mucho tiempo, tanto en lo que se refiere al diseño del marco como a la realización de las simulaciones, por lo que es poco probable que se complete a corto plazo.

Sin embargo, dado que actualmente se estima que tanto la población de aleta amarilla como la de barrilete se encuentran en buen estado, podría bastar con investigar si la aplicación de la estrategia de extracción del patudo (también denominada «Procedimiento de ordenación» ([SAC-16-06](#)) afectaría negativamente al estado de la población de aleta amarilla o de la de barrilete. Esto es especialmente relevante porque, según la hipótesis sobre la estructura de la población de aleta amarilla del suroeste, el atún aleta amarilla es ahora la población que suscita mayor preocupación en materia de ordenación, aunque solo se han probado normas alternativas de control de extracción para el atún patudo. Para esta

EEO-MP, se evalúa la regla de control de extracción F30-S20, ya que es la menos conservadora de las normas de control de extracción probadas en la EEO del atún patudo ([SAC-17-05](#)). Como tal, constituye un caso de prueba útil para evaluar los posibles impactos de la aplicación del Procedimiento de Ordenación del atún patudo en las demás poblaciones de atún tropical.

El presente informe presenta un enfoque práctico para la aplicación de un sistema de ordenación de la pesca (EEO) *provisional*, multiespecie y multipoblación, para los atunes tropicales en el OPO. Aunque no se trata de una EEO multiespecie y multipoblación totalmente integrada, ofrece una aproximación razonable para evaluar si las estrategias de extracción identificadas para el patudo son adecuadas para las demás poblaciones de atún tropical en el marco actual de ordenación. El análisis se centra en los objetivos de ordenación limitados que se basan en el patudo, la población que suscita mayor preocupación, mantener las poblaciones en niveles capaces de producir el rendimiento máximo sostenible (RMS) para todas las poblaciones de conformidad con la Convención de Antigua, y evitar los puntos de referencia límite. Además, se utilizan análisis de rendimiento de equilibrio para evaluar el potencial de aumentar las capturas de atún aleta amarilla y barrilete mediante niveles más altos de mortalidad por pesca.

2. EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ORDENACIÓN (EEO)

2.1. Objetivos de ordenación

Los objetivos de ordenación se interpretan con base en los identificados para el patudo ([SAC-17-05](#)), pero dentro de las limitaciones de la estrategia de extracción del patudo. Esto supone que el patudo es la especie que suscita mayor preocupación. Un objetivo principal es garantizar que la aplicación de la estrategia de extracción del patudo no provoque que el aleta amarilla o el barrilete se conviertan en las especies de mayor preocupación. En otras palabras, se debe cumplir con la Convención de Antigua, que establece: *«mantener o restablecer las poblaciones de las especies capturadas en niveles de abundancia que puedan producir el rendimiento máximo sostenible»*.

La veda debería reducirse al mínimo posible, teniendo en cuenta al mismo tiempo el deseo de estabilidad, con el fin de aumentar las capturas de atún aleta amarilla y barrilete sin que sus respectivas biomásas se sitúen, en promedio, por debajo de los niveles del rendimiento máximo sostenible (RMS) ni por debajo de los puntos de referencia límite con una probabilidad superior al 10 %. Del mismo modo, la mortalidad por pesca no debería superar, en promedio, la correspondiente al rendimiento máximo sostenible (RMS) ni superar, con una probabilidad superior al 10 %, la correspondiente al punto de referencia límite.

Como se describe a continuación, el modelo de EEO simplificado para múltiples poblaciones no simula la biomasa en el futuro y, por lo tanto, no puede evaluar directamente los objetivos basados en la biomasa. Sin embargo, al considerar los promedios a lo largo del tiempo, especialmente si se tienen en cuenta puntos de referencia dinámicos de la biomasa (aquellos que tienen en cuenta la serie temporal de reclutamiento), los objetivos basados en la biomasa pueden representarse adecuadamente mediante objetivos basados en la mortalidad por pesca. Por lo tanto, evaluamos los objetivos de la tasa de mortalidad por pesca.

2.2. Métricas de rendimiento

Los indicadores de rendimiento son, sencillamente, la mortalidad por pesca en relación con: 1) la correspondiente al rendimiento máximo sostenible (FRMS); 2) la tasa máxima de mortalidad por pesca prevista en la regla de control de extracción del patudo F30-S20 y recomendada como indicador global del RMS ([SAC-17-05](#)); F30 (%), y 3) el punto de referencia límite (la tasa de mortalidad por pesca

correspondiente a una biomasa reproductora del 7,7 % de la biomasa no explotada; FS7,7 %).

2.3. Regla de control de extracción

Las estrategias de extracción del atún patudo consisten en ajustar un modelo simplificado de evaluación de la población a los datos cada tres años y utilizar la biomasa reproductora estimada y la mortalidad por pesca en una regla de control de extracción sencilla que aplica una mortalidad por pesca constante por encima del punto de control de la biomasa y reduce linealmente la mortalidad por pesca por debajo de dicho punto hasta cero (Figura 2). La mortalidad por pesca se traduce en días de veda. El cambio en los días de veda se limita a 10 días por cada ciclo de ordenación de tres años, salvo cuando la biomasa reproductora del patudo se encuentra por debajo del punto de control, en cuyo caso los días de veda pueden aumentar hasta un máximo de 20 días. Las estrategias alternativas de extracción del patudo se describen en el documento [SAC-17-05](#). Aquí se asume que el estado de las demás especies no influye en la estrategia de extracción (es decir, el atún patudo es la población que suscita mayor preocupación). Los días de veda derivados de la EEO del patudo pueden entonces utilizarse directamente para modificar la F de las dos poblaciones de aleta amarilla y de la población de barrilete.

Partiendo del supuesto de que el atún patudo es la especie que suscita mayor preocupación, evaluamos la RCE menos conservadora y dedujimos la interpretación de las demás RCE a partir de esos resultados. La RCE menos conservadora (F30-S20) incluye una mortalidad por pesca máxima correspondiente a un nivel de agotamiento del 30 % (F30 %) y un punto de control en un nivel de agotamiento del 20 % (S20 %; véase la figura 2). La justificación de esta RCE se presenta en el documento [SAC-16-06](#).

2.4. Modelo operativo

La EEO del atún patudo utiliza el conjunto de modelos del análisis de riesgos ([SAC-11-08](#)) para los modelos operativos. Estos modelos operativos se utilizan para proyectar la evolución de la población en el tiempo bajo estrategias de extracción alternativas. El conjunto de modelos del análisis de riesgos refleja la incertidumbre sobre el conocimiento de la dinámica de la población y de la pesquería, y se utiliza para calcular estimaciones de probabilidad sobre el estado de la población. También se han realizado análisis de riesgo tanto para el atún aleta amarilla ([SAC-16-03](#)) como para el atún barrilete ([SAC-16-04](#)). Dadas las limitaciones de tiempo, no es viable utilizar el conjunto de modelos de análisis de riesgo para proyectar las poblaciones en el futuro bajo estrategias de extracción alternativas. Sin embargo, el análisis de riesgo sí determina la probabilidad de que la mortalidad por pesca actual supere los puntos de referencia objetivo y límite. La mortalidad por pesca actual se basa en los tres últimos años en la evaluación de las poblaciones (2021-2023), que incluye la veda de 72 días durante los tres años tanto para las poblaciones de aleta amarilla como para la población de barrilete. Dado que se supone que la reducción de los días de veda (o, más precisamente, el aumento de los días de apertura) es proporcional a la mortalidad por pesca, basta con ajustar adecuadamente la mortalidad por pesca actual para determinar la distribución de la mortalidad por pesca en relación con los puntos de referencia.

2.5. Aplicación

La EEO-ME para los atunes tropicales en el OPO utiliza los días de veda calculados a partir de la EEO del patudo para modificar la distribución de probabilidad de la mortalidad por pesca estimada en los análisis de riesgo para el aleta amarilla y el barrilete. El análisis de riesgo estima la distribución de probabilidad de la mortalidad por pesca actual en relación con los puntos de referencia en el conjunto de modelos. La mortalidad por pesca actual se define como el promedio de los tres años más recientes en el análisis de

riesgo (2021-2023). Estas distribuciones de probabilidad se modifican simplemente por la relación de días de apertura, que es una función de los días de veda (d). Tanto para el aleta amarilla como para el barrilete, la F actual incluye años con una veda de 72 días. La EEO del atún patudo incluye un error de implementación aleatorio, por lo que la F resultante no es perfectamente proporcional a los días en que la pesquería está abierta. También incluimos el error de implementación (ε) para el atún aleta amarilla y el barrilete, y suponemos que es independiente del atún patudo.

$$\frac{F}{F_{ref}} = \frac{F_{cur} 365 - d}{F_{ref} 365 - 72} \varepsilon$$

Donde $\varepsilon \sim N(-0,5\sigma^2, \sigma^2)$ y $\sigma = 0,1$

3. ANÁLISIS DE RENDIMIENTO

La curva de rendimiento de equilibrio (extracción en función de la mortalidad por pesca en relación con la mortalidad por pesca actual) y la curva de biomasa reproductora asociada, derivadas de cada modelo operativo para cada población, se utilizan para comparar el rendimiento y la biomasa de equilibrio con la mortalidad por pesca actual con los correspondientes a FRMS y F30%. Esto sirve para determinar si el rendimiento de las dos poblaciones de atún aleta amarilla y de la población de atún barrilete podría incrementarse sustancialmente mediante una estrategia de extracción multiespecie y multipoblación con objetivos adecuados. El aumento del rendimiento del atún aleta amarilla y del barrilete depende de la planitud de la curva de rendimiento y de la posición en la curva que ocupe la mortalidad por pesca actual.

4. RESULTADOS

4.1. Evaluación de la estrategia de ordenación

Mortalidad por pesca

La EEO-ME estima que la mortalidad por pesca se mantendrá en los puntos de referencia objetivo o por debajo de ellos tanto para las poblaciones de aleta amarilla (figuras 3-6) como para la población de barrilete (figura 7) a lo largo de todo el período de ordenación. En el caso del barrilete, se estima que la mortalidad por pesca se mantendrá sustancialmente por debajo del punto de referencia objetivo F30%, con una probabilidad muy baja de superar ese nivel (Figura 7). Del mismo modo, la población de aleta amarilla del noreste (NE) tiene una probabilidad muy baja de superar los puntos de referencia objetivo F_{RMS} o $F_{30\%}$ (figuras 3 y 4).

Por el contrario, la población de aleta amarilla del suroeste (SO) presenta una probabilidad moderada, aunque inferior al 50 %, de superar los puntos de referencia objetivo F_{RMS} y $F_{30\%}$. Esta probabilidad aumenta a lo largo de los sucesivos ciclos de ordenación (figuras 5 y 6). No obstante, las probabilidades estimadas se mantienen por debajo del 50 % durante todo el período de ordenación. La EEO-ME estima que la mortalidad por pesca tiene una probabilidad muy baja de superar los puntos de referencia límite para cualquiera de las poblaciones de aleta amarilla (figuras 8 y 9). No se presentan los resultados para el barrilete porque la probabilidad de superar el punto de referencia límite es insignificante.

Biomasa reproductora

Aunque no se han realizado proyecciones de la biomasa reproductora para las dos poblaciones de atún aleta amarilla ni para la población de barrilete, es posible deducir las tendencias probables de dicha biomasa a partir de los resultados sobre la mortalidad por pesca. Los puntos de referencia objetivo se basan en la biomasa reproductora dinámica y, por lo tanto, suelen coincidir con los puntos de referencia

de la mortalidad por pesca, aunque con cierto desfase y variabilidad debido a las fluctuaciones en el reclutamiento, especialmente en el caso de especies de vida relativamente corta, como el atún aleta amarilla y el barrilete.

Dado que se prevé que la mortalidad por pesca del barrilete se mantenga considerablemente por debajo del punto de referencia objetivo $F_{30\%}$ y que los análisis de riesgo recientes indican una baja probabilidad de que la biomasa reproductora caiga por debajo de $S_{30\%}$, es probable que la biomasa reproductora del barrilete se mantenga por encima de $S_{30\%}$ si se aplica la regla de control de extracción del patudo. En el caso del aleta amarilla, especialmente bajo la hipótesis de la estructura de la población del suroeste, existe una mayor probabilidad de que la mortalidad por pesca supere los puntos de referencia objetivo. No obstante, las probabilidades previstas siguen siendo moderadas, lo que indica que la biomasa reproductora probablemente se mantendría en los puntos de referencia objetivo de biomasa correspondientes o por encima de ellos.

Del mismo modo, dado que se estima que la probabilidad de que la mortalidad por pesca supere los puntos de referencia límite es muy baja para todas las poblaciones, también se espera que la probabilidad de que la biomasa reproductora caiga por debajo de los correspondientes puntos de referencia límite de biomasa sea baja. Aunque los puntos de referencia límite de biomasa se basan en condiciones de equilibrio y la variabilidad del reclutamiento puede influir en su evaluación, los resultados del EEO del atún patudo sugieren que es poco probable que la variabilidad del reclutamiento altere estas conclusiones para el atún aleta amarilla y el barrilete.

4.2. Análisis del rendimiento

Los resultados del análisis del rendimiento en equilibrio indican que, en la mayoría de los modelos de aleta amarilla, la curva de rendimiento es relativamente plana en torno a la mortalidad por pesca actual, o que dicha mortalidad se aproxima a los valores F_{RMS} y $F_{30\%}$. Por consiguiente, no se espera que el rendimiento en equilibrio aumente de forma sustancial con respecto al asociado a la mortalidad por pesca actual (Figura 10; Tabla 1).

Por el contrario, la mortalidad por pesca actual del barrilete se sitúa muy por debajo del nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible ($S_{30\%}$) y, por lo tanto, no se encuentra en el segmento plano de la curva de rendimiento ni cerca de F_{RMS} . En consecuencia, el rendimiento de equilibrio podría aumentar considerablemente si se incrementara la mortalidad por pesca (Figura 11; Tabla 2). Para la mayoría de los modelos del conjunto, se estima que la extracción de equilibrio del barrilete aumentaría en un 50 % o más en relación con la asociada a la mortalidad por pesca actual.

5. DISCUSIÓN

El modelo EEO-ME indica que se espera que la aplicación de la estrategia de extracción F30-S20 para el patudo, con el fin de gestionar la pesquería de atún tropical en su conjunto, mantenga la mortalidad por pesca tanto de las poblaciones de atún aleta amarilla como de la población de atún barrilete en o por debajo de sus respectivos puntos de referencia objetivo y muy por debajo de sus puntos de referencia límite. Los resultados sugieren además que la biomasa reproductora se mantendría en los puntos de referencia objetivo correspondientes o por encima de ellos, y muy por encima de los puntos de referencia límite. Dado que la estrategia de extracción F30-S20 es la menos conservadora de las estrategias de extracción evaluadas en la EEO del atún patudo, se espera que estas conclusiones sean también aplicables a las demás estrategias de extracción analizadas ([SAC-17-05](#)).

El presente análisis evalúa únicamente la mortalidad por pesca del atún aleta amarilla y del barrilete, y deduce el rendimiento probable en relación con los puntos de referencia de biomasa. El análisis podría ampliarse para evaluar la biomasa reproductora y las capturas, extrapolando hacia el futuro los modelos

operativos de los respectivos análisis de riesgo y ajustando la mortalidad por pesca en cada ciclo de ordenación de acuerdo con la estrategia de extracción del patudo. Este enfoque requeriría un esfuerzo computacional considerablemente menor que una EEO-ME completa, ya que no requeriría modelos de estimación para todas las poblaciones ni la evaluación de múltiples estrategias de extracción específicas bien sea para cada población o conjuntas.

Este tipo de análisis proporcionaría información útil sobre los indicadores de rendimiento a largo plazo y en equilibrio. Sin embargo, habría que actuar con cautela a la hora de interpretar los indicadores de rendimiento a corto plazo. Los análisis de riesgo de las tres especies de atún tropical se llevaron a cabo en años diferentes y, por lo tanto, utilizan definiciones distintas de «año en curso». En consecuencia, las diferencias en el estado actual de las poblaciones, la estructura de edades y las condiciones de reclutamiento entre los modelos operativos podrían influir en las proyecciones a corto plazo.

Por este motivo, ampliar el análisis para incluir la biomasa reproductora y las previsiones de extracción del aleta amarilla y del barrilete resultaría probablemente más útil una vez que se hayan actualizado los modelos operativos de las tres especies utilizando los datos más recientes disponibles.

La EEO-ME *provisional* que aquí se presenta evalúa una única estrategia de extracción para el patudo, partiendo del supuesto de que esta especie seguirá siendo la referencia para orientar las medidas de ordenación de la pesquería de atunes tropicales. Una EEO-ME totalmente integrada requeriría estrategias de extracción para el atún aleta amarilla y el barrilete, lo que permitiría que las tres especies se tuvieran en cuenta de forma explícita en las decisiones de ordenación. El desarrollo de estrategias de extracción específicas para cada especie o de manera conjunta requeriría, a su vez, la definición y evaluación de los objetivos de ordenación para las tres especies y poblaciones.

La elaboración de objetivos de ordenación para el atún patudo ha sido un proceso largo que ha requerido un amplio debate entre gestores, partes interesadas y científicos. Aunque se han identificado varios objetivos posibles, aún no se han concretado. Por consiguiente, es probable que la elaboración de objetivos de ordenación multiespecie y multipoblación también sea una tarea de gran envergadura que requiera mucho tiempo y consultas.

Los resultados del análisis de rendimiento indican que el rendimiento de equilibrio podría incrementarse sustancialmente en el caso del barrilete mediante niveles más elevados de mortalidad por pesca, pero no en el de aleta amarilla. La conclusión de que los niveles actuales de mortalidad por pesca del aleta amarilla producen rendimientos cercanos al RMS concuerda con análisis previos sobre el aleta amarilla en el OPO (véase SAC-17 INF-T). Estudios anteriores también han demostrado que el rendimiento del aleta amarilla podría incrementarse potencialmente reduciendo la mortalidad por pesca de los ejemplares pequeños en las pesquerías de objetos flotantes y no asociadas, al tiempo que se aumenta la mortalidad por pesca de los ejemplares más grandes en la pesquería asociada a delfines (p. ej., Maunder 2002).

Los resultados indican que el actual marco de ordenación provisional puede aplicarse utilizando una estrategia de extracción desarrollada a través de la EEO del atún patudo. Sin embargo, la evaluación actualizada del atún patudo de 2026 ([SAC-17-03](#)) apunta a reducciones continuadas de la mortalidad por pesca en el atún patudo juvenil, de modo que ahora se estima que el atún aleta amarilla es la población que requiere las medidas de ordenación más restrictivas según la hipótesis de la estructura de la población de atún aleta amarilla del suroeste. A pesar de este cambio, los análisis aquí presentados indican que es poco probable que la aplicación de una estrategia de extracción basada en el patudo afecte negativamente al estado de las poblaciones de aleta amarilla o de barrilete.

Las estrategias de extracción evaluadas en la EEO suelen ser representaciones simplificadas de las medidas de ordenación que finalmente se aplican en las pesquerías. Esto es particularmente cierto en el caso de

los atunes tropicales en el OPO, que se gestionan mediante una combinación de medidas, entre las que se incluyen vedas estacionales, umbrales individuales por buque (UIB), vedas espaciales, requisitos de retención total para los atunes tropicales, requisitos de no retención para ciertas especies de extracción incidental, límites de capacidad de los buques, límites sobre las boyas de ecosonda activas y límites de extracción con palangre para algunas CPC. A pesar de estas medidas, los buques conservan una flexibilidad considerable en sus operaciones de pesca y, en consecuencia, en la composición por especies de sus capturas. Por ejemplo, los buques de cerco pueden desplazar el esfuerzo entre lances asociados a delfines que tienen como objetivo principal el atún aleta amarilla y lances sobre objetos flotantes que tienen como objetivo principal el atún barrilete.

Además, una ordenación basada principalmente en vedas estacionales aplicadas de manera uniforme a todos los buques de cerco no permite abordar directamente la mortalidad por pesca por cada población. Además, el rendimiento obtenido de una población no solo depende del nivel de mortalidad por pesca, sino también de la composición por tallas de la extracción, que varía según los artes y los tipos de lance de cerco. En consecuencia, una ordenación eficaz de múltiples especies y poblaciones de atunes tropicales en el OPO probablemente requerirá enfoques de ordenación que tengan en cuenta de manera más explícita la composición de las especies, la estructura de las poblaciones, las prácticas pesqueras y el comportamiento de la flota.

Por lo tanto, el desarrollo de objetivos de ordenación multiespecie y multipoblación, así como el análisis de enfoques de ordenación alternativos, deben preceder a la implementación de un EEO-ME completo. Establecer estos objetivos y marcos de ordenación con antelación contribuiría a garantizar que una futura EEO-ME se diseñe para abordar los temas de ordenación más relevantes y evaluar opciones de ordenación realistas.

6. REFERENCIAS

Maunder, M.N. 2002. The relationship between fishing methods, fisheries management, and the estimation of MSY. *Fish and Fisheries*, 3: 251-260.

Table 1. Equilibrium yield for the two yellowfin tuna stocks at the current (average 2021-2023) fishing mortality, F_{MSY} , and $F_{30\%}$, and the percentage increase in yield for the models in the risk analysis.

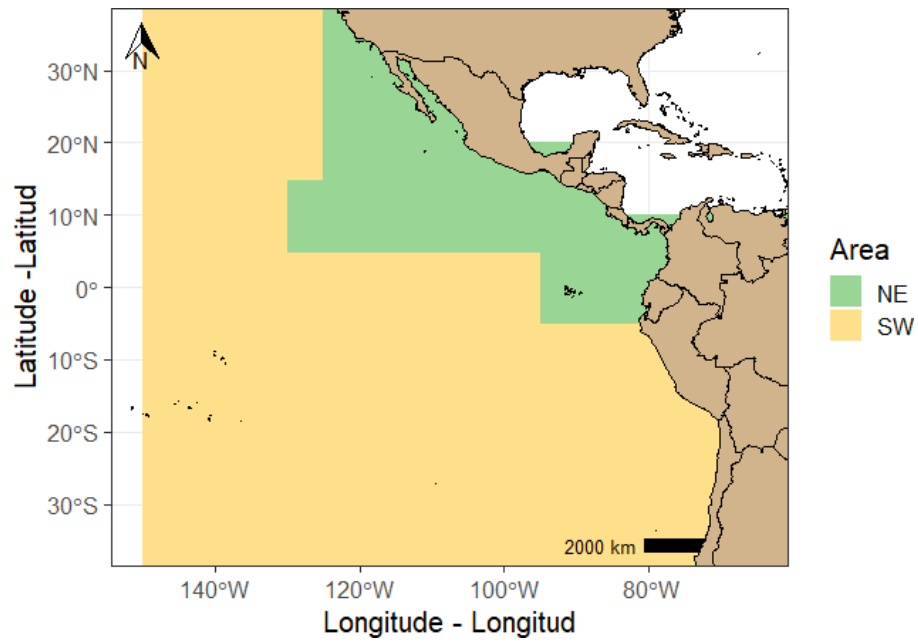
Tabla 1. Rendimiento de equilibrio para las dos poblaciones de atún aleta amarilla con la mortalidad por pesca actual (promedio 2021-2023), F_{RMS} y $F_{30\%}$, y aumento porcentual en el rendimiento.

Modelo	Curva de Rendimiento	RMS	Rendimiento F_{30}	RMS % de aumento	F30 % de aumento
SW_base.1	85540	105165	94378	23 %	10 %
SW_base.0.9	84326	91939	89788	9 %	6 %
SW_base.0.8	82610	85236	84984	3 %	3 %
SW_G_high.1	85104	104191	93284	22 %	10 %
SW_G_high.0.9	83904	90697	88832	8 %	6 %
SW_G_high.0.8	82164	84359	84182	3 %	2 %
SW_G_low.1	86182	109901	96488	28 %	12 %
SW_G_low.0.9	85073	94045	91666	11 %	8 %
SW_G_low.0.8	83442	86909	86590	4 %	4 %
SW_M_high.1	93346	176334	137580	89 %	47 %
SW_M_high.0.9	92807	136300	128653	47 %	39 %
SW_M_high.0.8	92128	120783	119005	31 %	29 %
SW_M_low.1	76264	77458	75301	2 %	-1 %
SW_M_low.0.9	73740	73802	73533	0 %	0 %
SW_M_low.0.8	69988	72188	72162	3 %	3 %
SW_q1.1	88266	106113	94162	20 %	7 %
SW_q1.0.9	86573	91677	89598	6 %	3 %
SW_q1.0.8	84007	85050	84812	1 %	1 %
NE_base.1	192558	225846	211645	17 %	10 %
NE_base.0.9	193660	208267	205337	8 %	6 %
NE_base.0.8	195194	200206	200014	3 %	2 %
NE_G_high.1	192350	224 667	211054	17 %	10 %
NE_G_high.0.9	193406	207610	204830	7 %	6 %
NE_G_high.0.8	194907	199729	199569	2	2 %
NE_G_low.1	192671	226366	211679	17 %	10 %
NE_G_low.0.9	193816	208410	205370	8 %	6 %
NE_G_low.0.8	195386	200328	200110	3 %	2 %
NE_M_high.1	192466	276452	240883	44 %	25 %
NE_M_high.0.9	193335	236 940	229836	23 %	19 %
NE_M_high.0.8	194514	219736	218593	13 %	12 %
NE_M_low.1	192158	199509	194496	4 %	1 %
NE_M_low.0.9	193615	194519	193782	0 %	0 %
NE_M_low.0.8	195690	196338	196298	0 %	0 %
NE_q1.1	200450	235602	219620	18 %	10 %
NE_q1.0.9	200316	215520	211996	8 %	6 %
NE_q1.0.8	199971	205167	204836	3 %	2

Table 2. Equilibrium yield for skipjack tuna at the current (average 2021-2023) fishing mortality and at F30%, and the percentage increase in yield for the models in the risk analysis.

Tabla 2. Rendimiento de equilibrio para el atún barrilete con la mortalidad por pesca actual (promedio 2021-2023) y con F30 %, y aumento porcentual del rendimiento.

Modelo	Rendimiento a Fcur	Rendimiento a F30 %	% de aumento
Referencia	86167	132379	54 %
A1-Estimación de Linf	86205	132714	54 %
A2-Linf = 78 cm	85511	127280	49 %
A3-Linf = 88 cm	86296	134280	56 %
A4-Estimación del Lcv	82446	121836	48 %
A5-LCV = 0,03	87788	136565	56 %
A6-Lcv = 0,09	84 739	128087	51 %
A7-Estimación del parámetro de la forma del crecimiento	86173	132407	54 %
B1-Selectividad constante del palangre a partir de 78 cm	86205	132674	54 %
B2-Selectividad constante del palangre a partir de 83 cm	86174	132418	54 %
B3-Selectividad constante del palangre a partir de 88 cm	86178	132452	54 %
B4-F9 selectividad asintótica, selectividad de palangre fijo y sin ajuste para la composición por tallas del palangre	86009	130111	51 %
C1: Utilización del índice absoluto basado en el marcado más preciso y aumento de la ponderación multiplicado por diez	86193	115040	33 %
C2: Utilización de cuatro índices absolutos basados en el etiquetado con CV bajos y ponderación por uno	85104	140025	65 %
D1: Sin índice absoluto basado en el etiquetado	85855	147913	72 %
D2: Sin índice de boyas con ecosonda	93083	123239	32 %
D3-Índice del estudio de palangre y composición por tallas	82041	157976	93 %
E1-Pendiente = 0,75	89886	114725	28 %



Zonas de aleta amarilla

FIGURE 1. Spatial definitions of the northeast (NE) and southwest (SW) yellowfin tuna stocks.

FIGURA 1. Definiciones espaciales de las poblaciones de atún aleta amarilla del noreste (NE) y suroeste (SO).

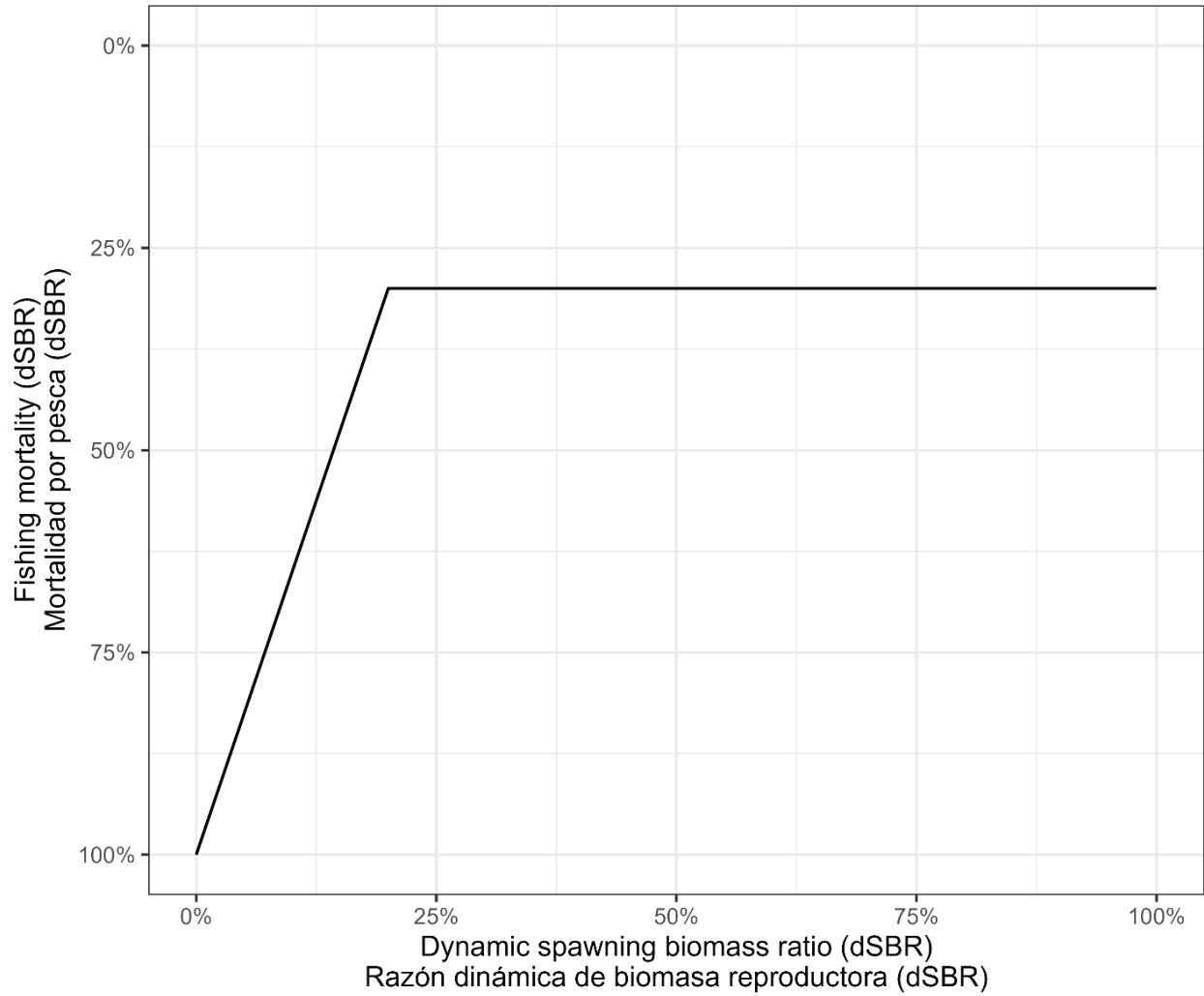


FIGURE 2. The F30-S20 harvest control rule tested in the bigeye tuna MSE ([SAC-17-05](#)) and evaluated in the MS-MSE.

FIGURA 2. La regla de control de la extracción F30-S20 se probó en el atún patudo EEO ([SAC-17-05](#)) y se evaluó en la EEO-ME.

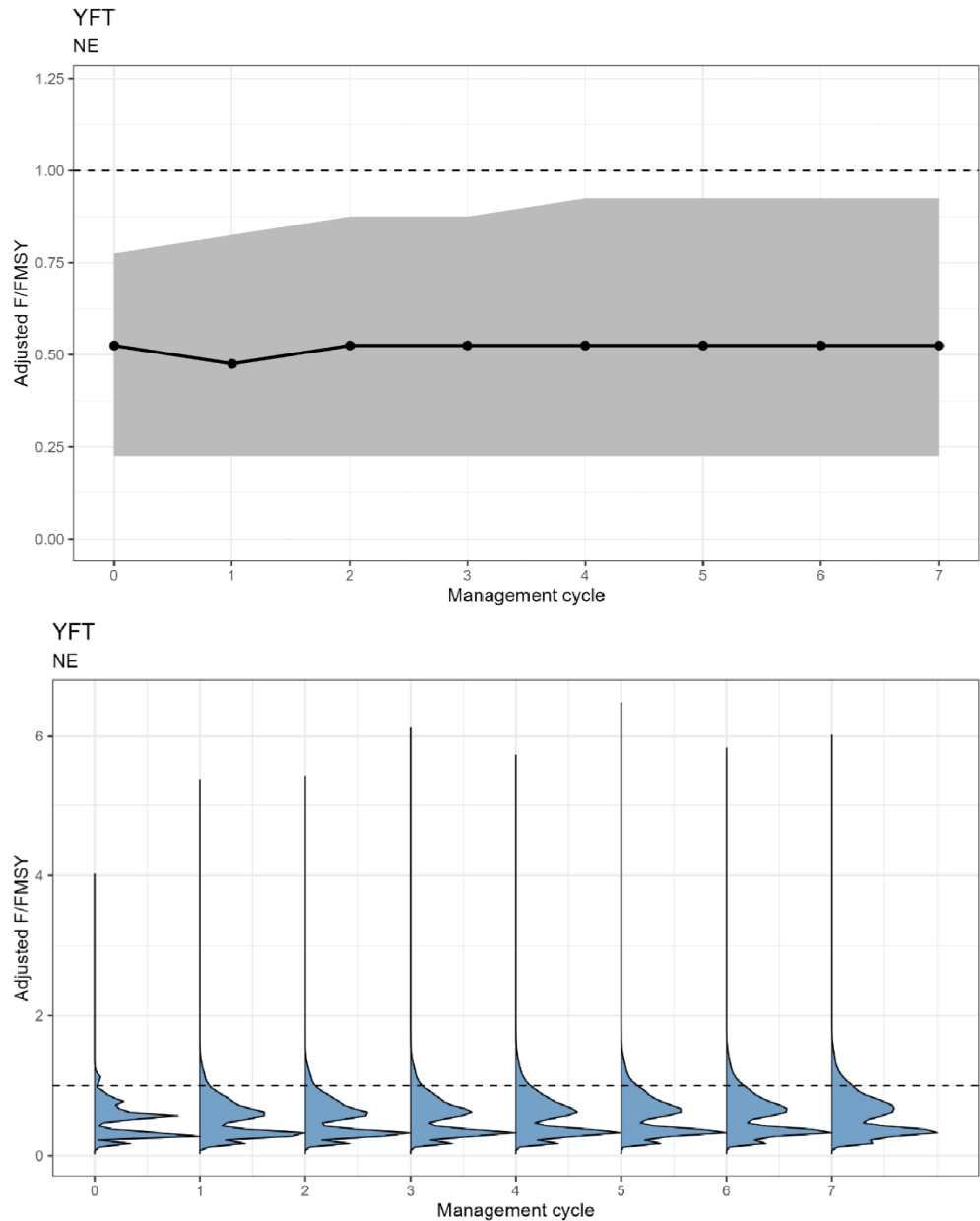


FIGURE 3. Mean and 80% percentiles (top) and distribution (Bottom) of the fishing mortality applied in each management cycle as a ratio of the fishing mortality corresponding to maximum sustainable yield for the northeast EPO yellowfin tuna stock.

FIGURA 3. El promedio y los percentiles del 80 % (arriba) y la distribución (abajo) de la mortalidad por pesca se aplicaron en cada ciclo de ordenación como una proporción de la mortalidad por pesca correspondiente al rendimiento máximo sostenible de la población de atún aleta amarilla del noreste del OPO.

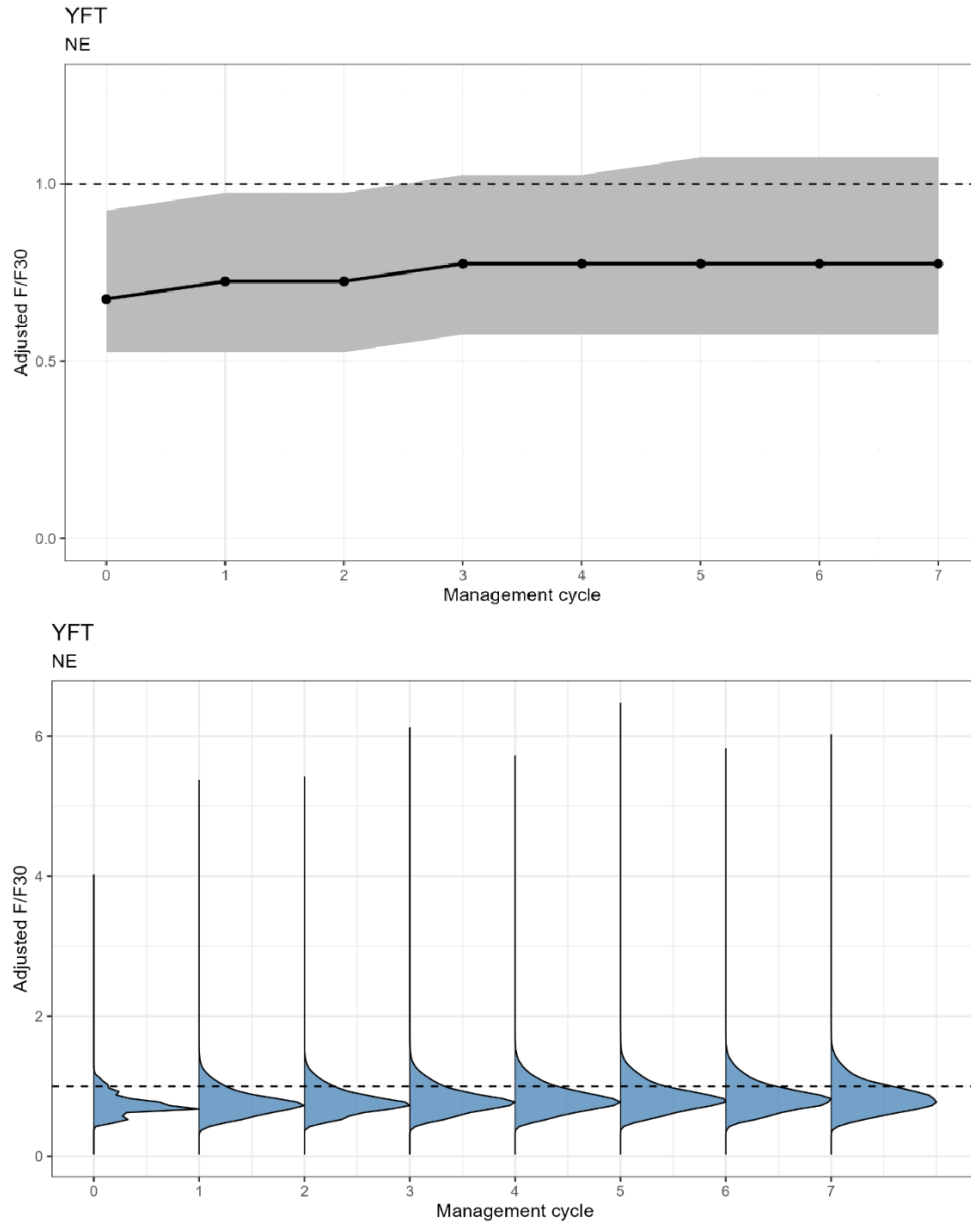


FIGURE 4. Mean and 80% percentiles (top) and distribution (Bottom) of the fishing mortality applied in each management cycle as a ratio of the fishing mortality corresponding to a 30% depletion level for the northeast EPO yellowfin tuna stock.

FIGURA 4. La media y los percentiles del 80 % (arriba) y la distribución (abajo) de la mortalidad por pesca se aplicaron en cada ciclo de ordenación como una proporción de la mortalidad por pesca correspondiente a un nivel de agotamiento del 30 % para la población de atún aleta amarilla del noreste del OPO.

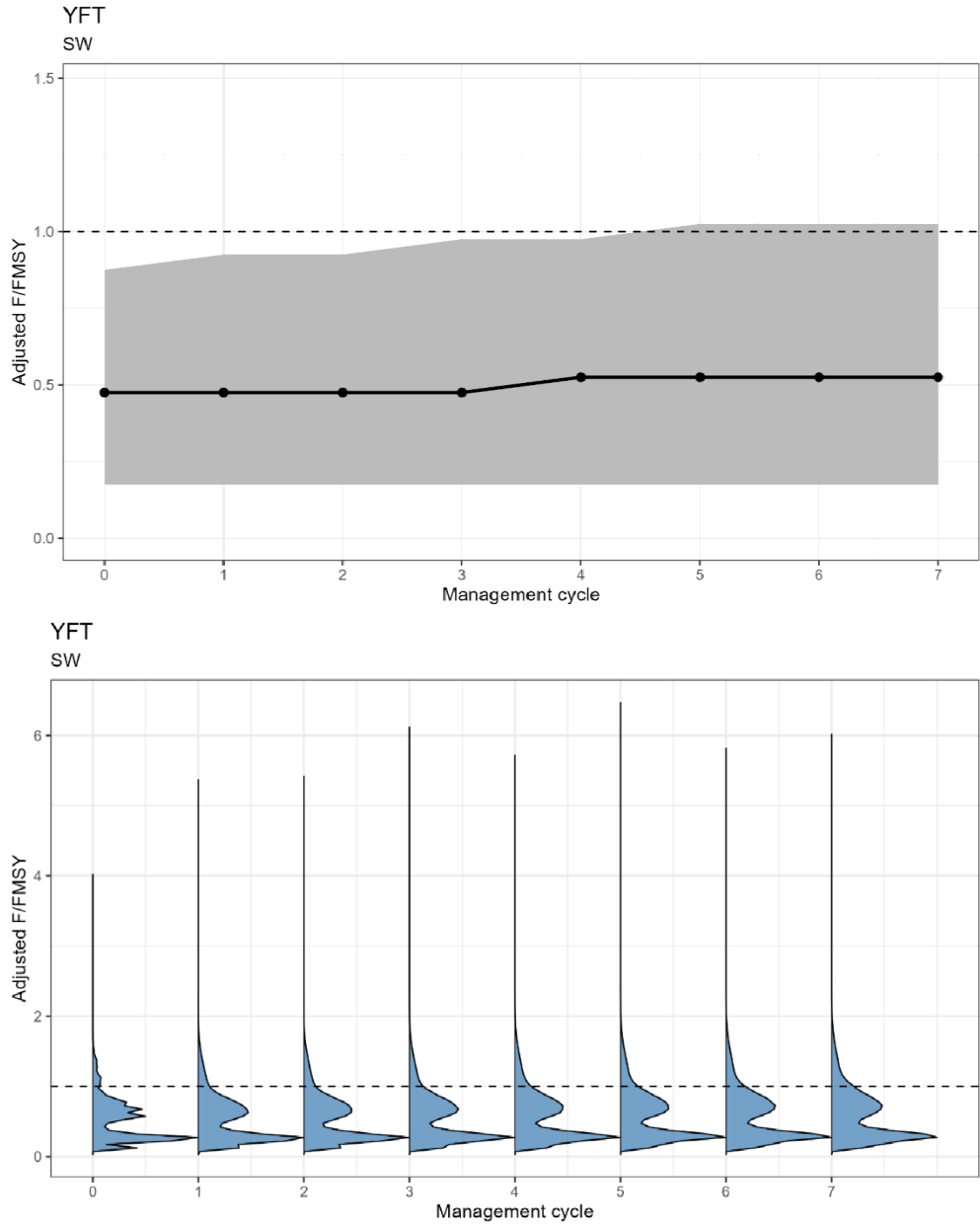


FIGURE 5. Mean and 80% percentiles (top) and distribution (Bottom) of the fishing mortality applied in each management cycle as a ratio of the fishing mortality corresponding to maximum sustainable yield for the southwest EPO yellowfin tuna stock.

FIGURA 5. La media y los percentiles del 80 % (arriba) y la distribución (abajo) de la mortalidad por pesca se aplicaron en cada ciclo de ordenación como una proporción de la mortalidad por pesca correspondiente al rendimiento máximo sostenible para la población de atún aleta amarilla del suroeste del OPO.

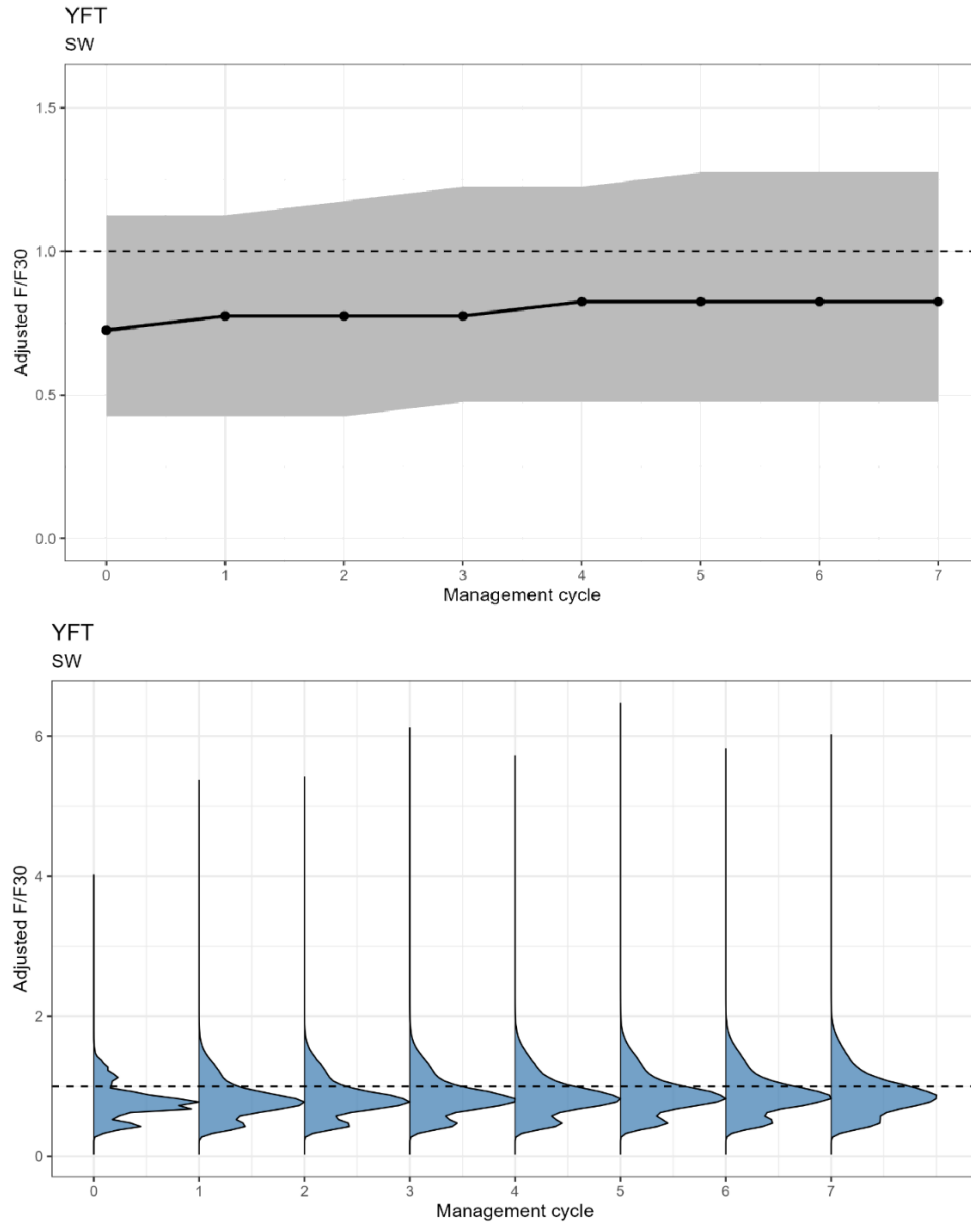


FIGURE 6. Mean and 80% percentiles (top) and distribution (Bottom) of the fishing mortality applied in each management cycle as a ratio of the fishing mortality corresponding to a 30% depletion level for the southwest EPO yellowfin tuna stock.

FIGURA 6. La media y los percentiles del 80 % (arriba) y la distribución (abajo) de la mortalidad por pesca se aplicaron en cada ciclo de ordenación como una proporción de la mortalidad por pesca correspondiente a un nivel de agotamiento del 30 % para la población de atún aleta amarilla del suroeste del OPO.

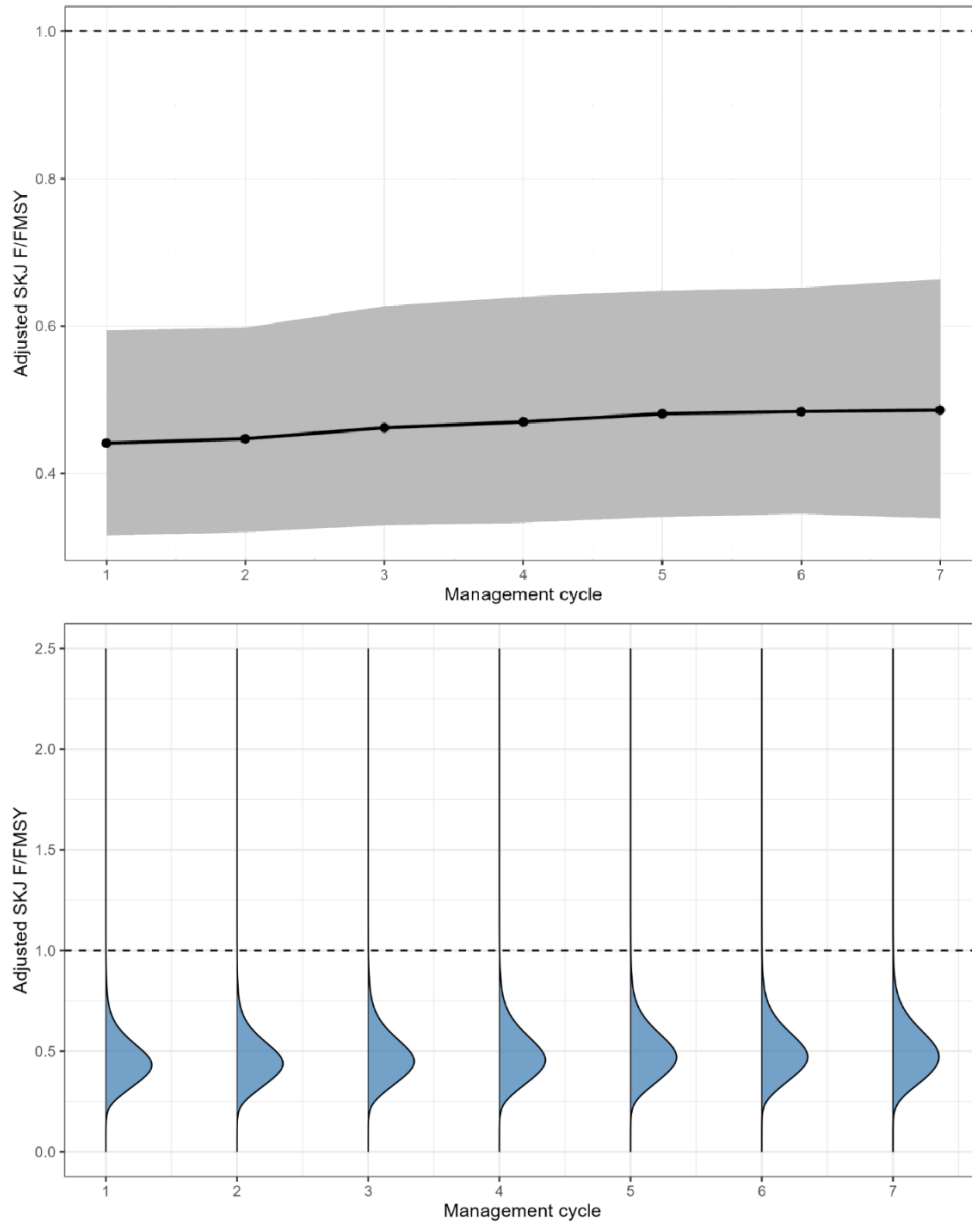


FIGURE 7. Mean and 80% percentiles (top) and distribution (Bottom) of the fishing mortality applied in each management cycle as a ratio of the fishing mortality corresponding to a 30% depletion level for the EPO skipjack tuna stock.

FIGURA 7. La media y los percentiles del 80 % (arriba) y la distribución (abajo) de la mortalidad por pesca se aplicaron en cada ciclo de ordenación como una proporción de la mortalidad por pesca correspondiente a un nivel de agotamiento del 30 % para la población de atún barrilete del OPO.

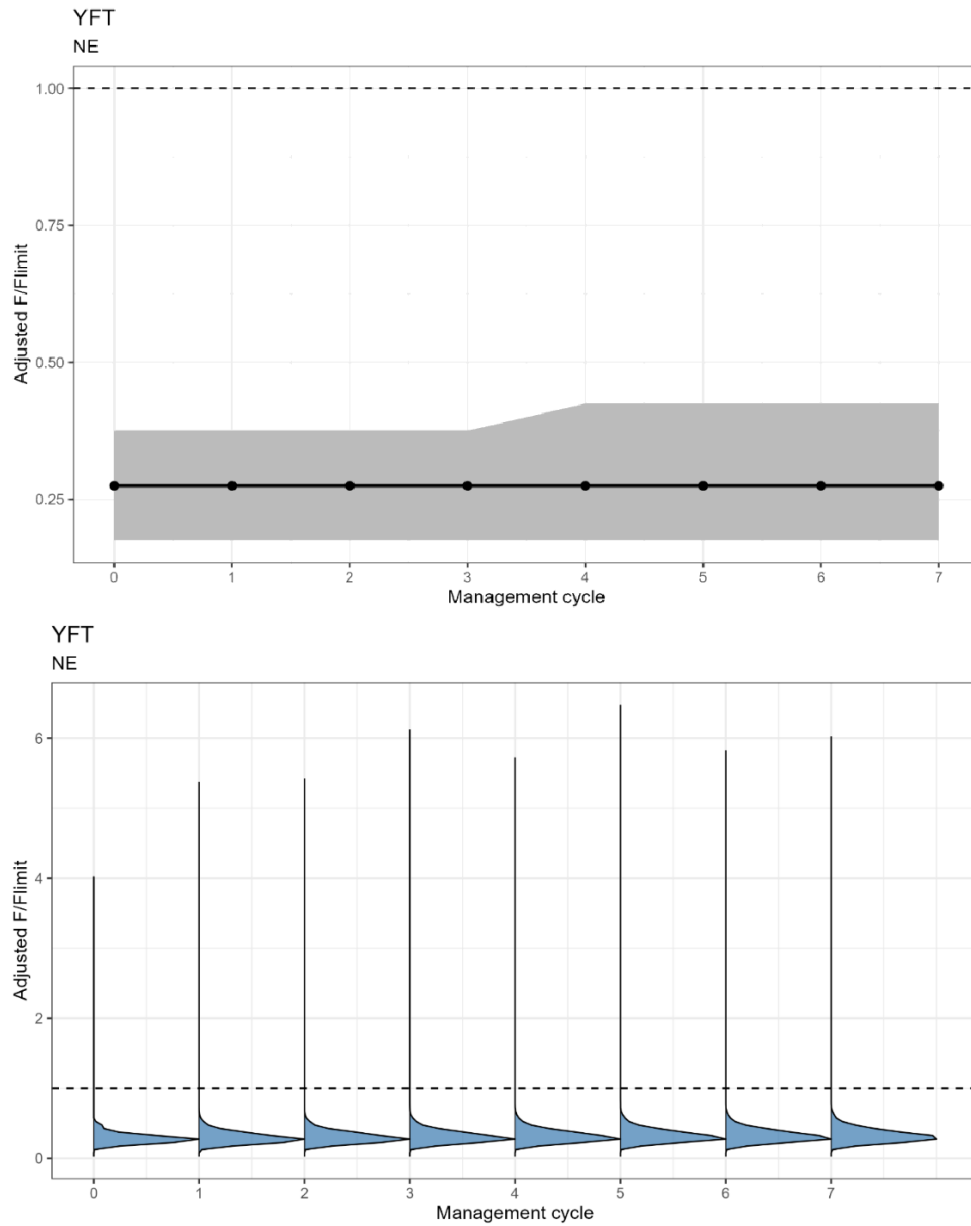


FIGURE 8. Mean and 80% percentiles (top) and distribution (Bottom) of the fishing mortality applied in each management cycle as a ratio of the fishing mortality corresponding to the limit reference point (FS7.7%) for the northeast EPO yellowfin tuna stock.

FIGURA 8. La media y los percentiles del 80 % (arriba) y la distribución (abajo) de la mortalidad por pesca se aplicaron en cada ciclo de ordenación como una proporción de la mortalidad por pesca correspondiente al punto de referencia límite (FS7,7 %) para la población de atún aleta amarilla del noreste del OPO.

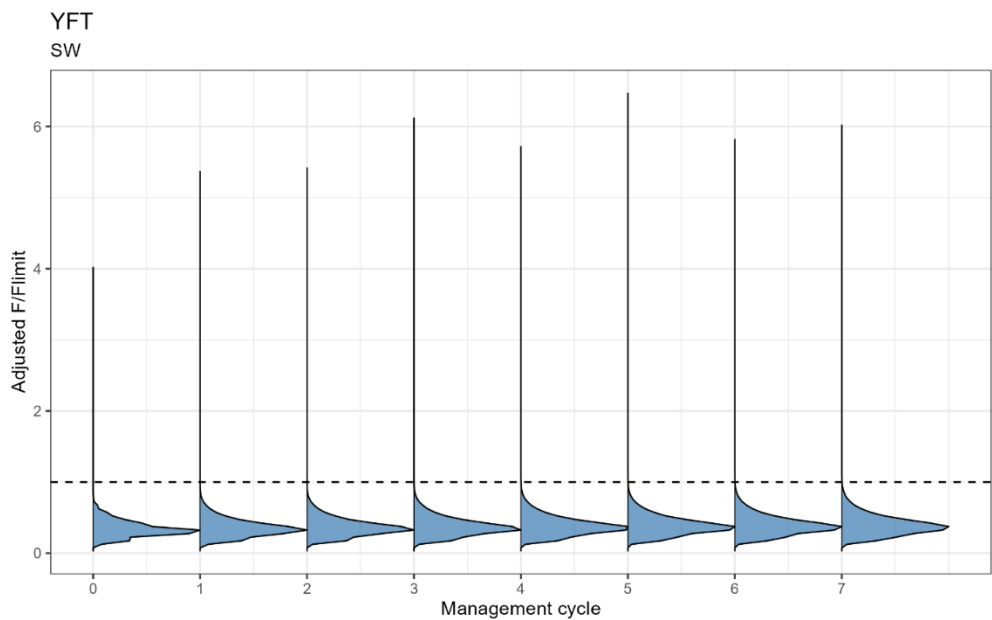
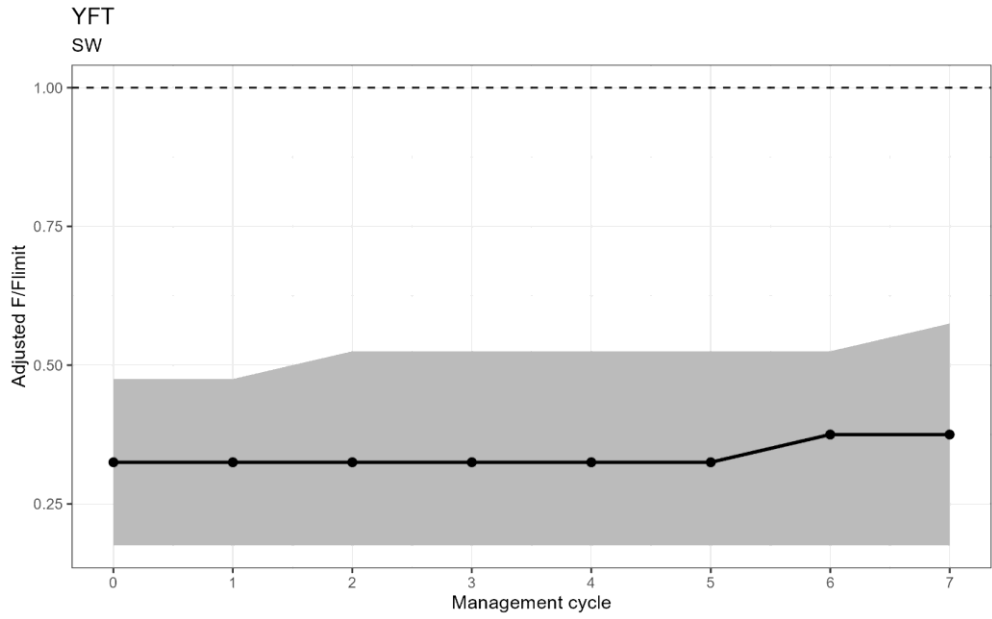


FIGURE 9. Mean and 80% percentiles (top) and distribution (Bottom) of the fishing mortality applied in each management cycle as a ratio of the fishing mortality corresponding to the limit reference point (FS7.7%) for the southwest EPO yellowfin tuna stock

FIGURA 9. La media y los percentiles del 80 % (arriba) y la distribución (abajo) de la mortalidad por pesca se aplicaron en cada ciclo de ordenación como una proporción de la mortalidad por pesca correspondiente al punto de referencia límite (FS7,7 %) para la población de atún aleta amarilla del suroeste del OPO.

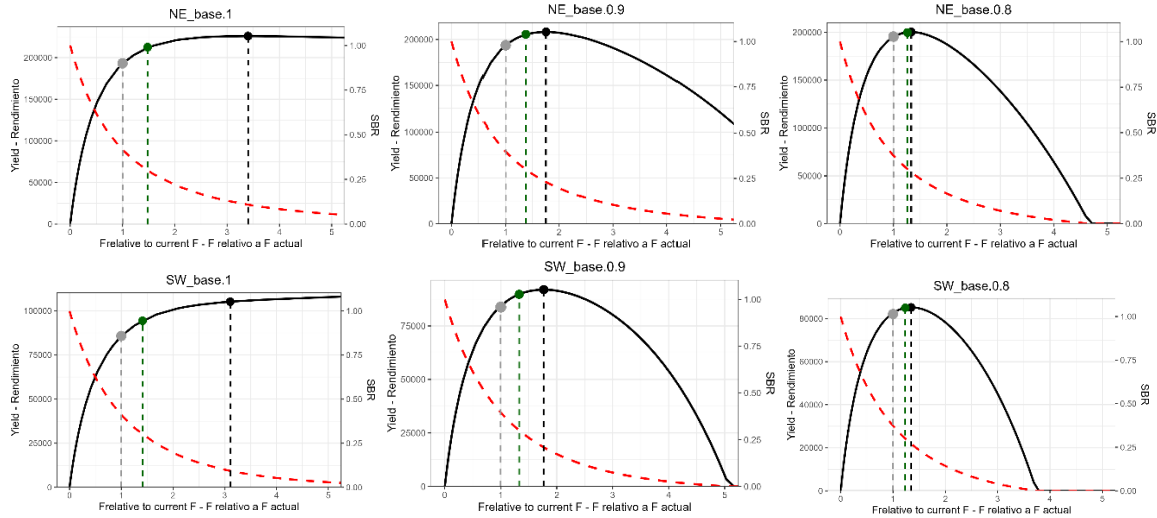
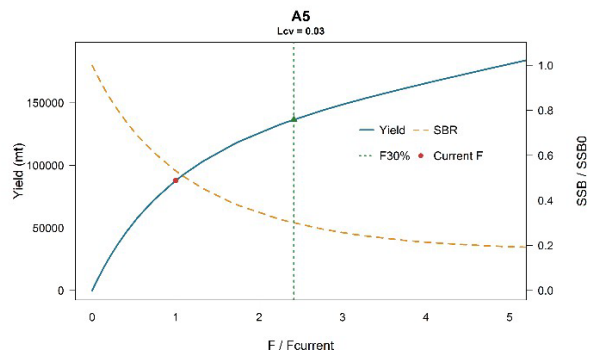
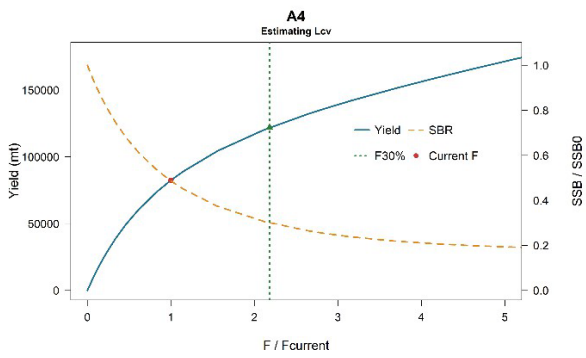
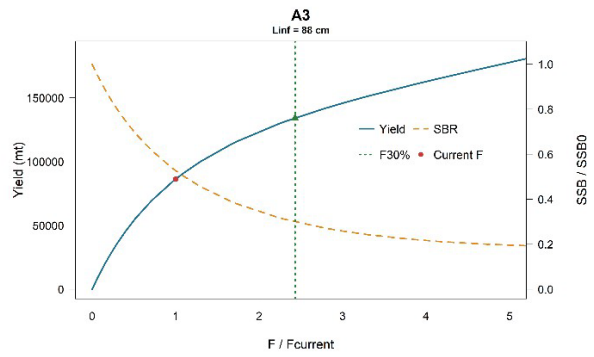
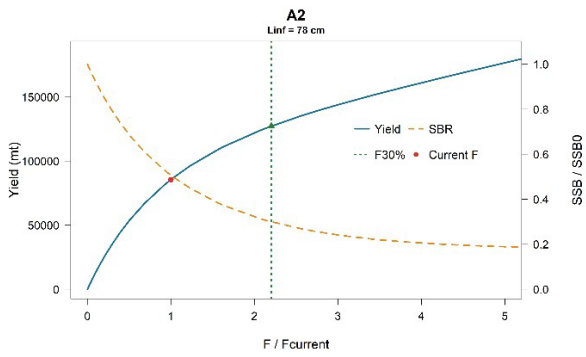
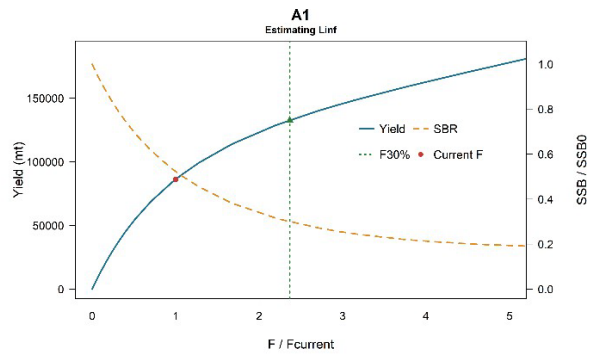
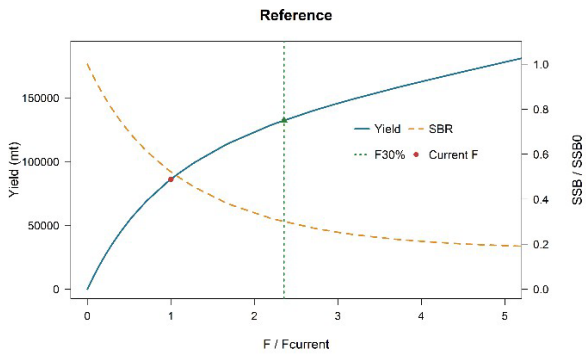
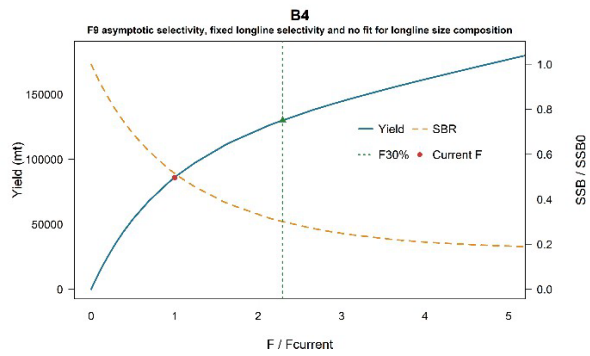
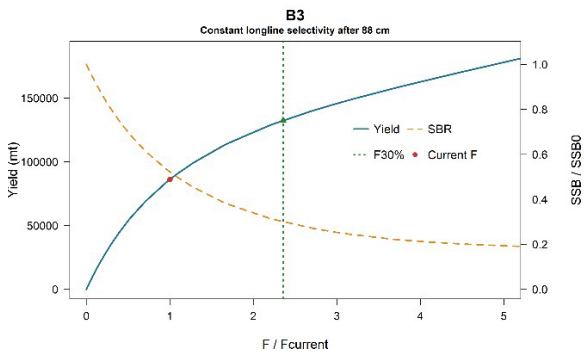
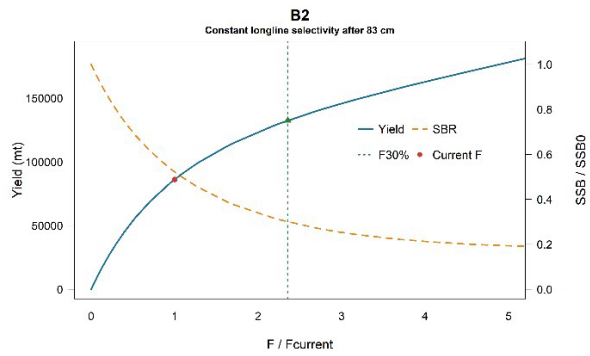
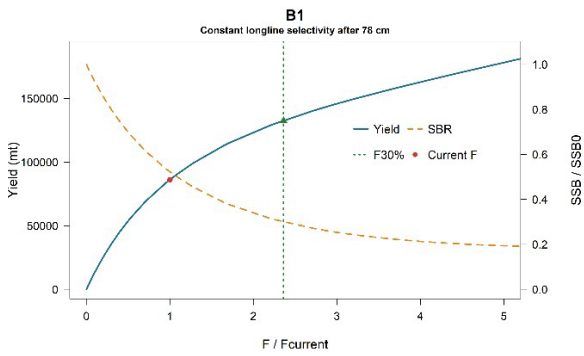
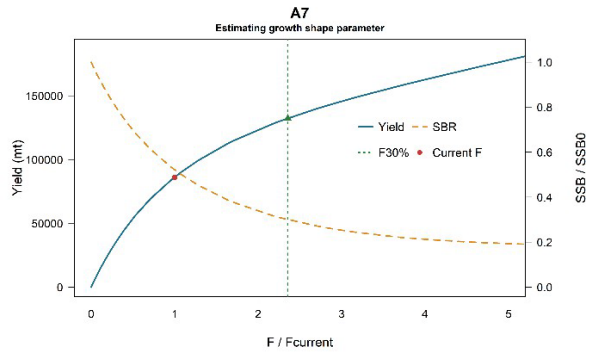
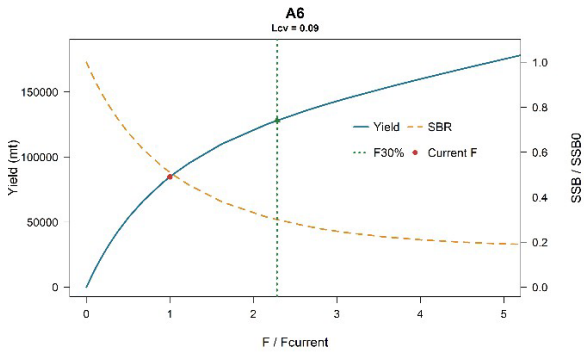


FIGURE 10. Yield and spawning biomass as a function of fishing mortality relative to the current (average 2021-2023) fishing mortality for the two yellowfin tuna stock from the reference model with different values of the Beverton-Holt stock-recruitment steepness. The vertical dashed lines represent the current fishing mortality (left), the fishing mortality corresponding to F30% (middle), and the fishing mortality corresponding to FMSY.

FIGURA 10. El rendimiento y la biomasa reproductora en función de la mortalidad por pesca y en relación con la mortalidad por pesca actual (promedio 2021-2023) para las dos poblaciones de atún aleta amarilla procedentes de la pendiente de reclutamiento de las poblaciones del modelo Beverton-Holt. Las líneas verticales discontinuas representan la mortalidad por pesca actual (izquierda), la mortalidad por pesca correspondiente al 30 % F30% (centro) y la mortalidad por pesca correspondiente al FRMS.





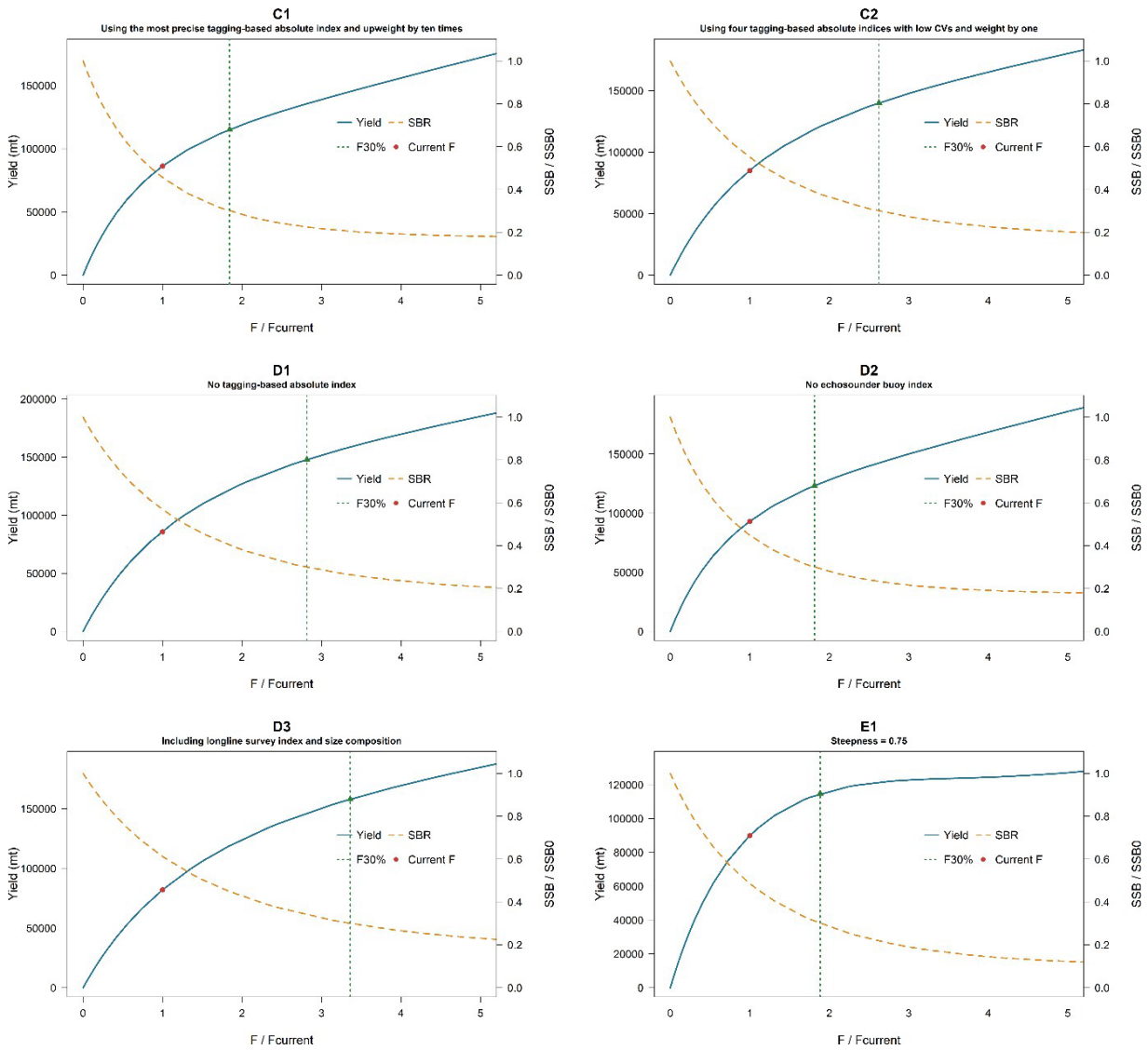


FIGURE 11. Yield and spawning biomass as a function of fishing mortality relative to the current (average 2021-2023) fishing mortality for skipjack tuna from the models used in the risk analysis. The vertical dashed line is F30%.

FIGURA 11. Rendimiento y biomasa reproductora en función de la mortalidad por pesca y en relación con la mortalidad por pesca actual (media 2021-2023) para el atún barrilete, según los modelos utilizados en el análisis de riesgo. La línea vertical discontinua corresponde al F30 %.