

Original: inglés

MSE para el atún rojo del Atlántico - Estructura y resultados preliminares

Resumen ejecutivo

Este documento describe los conceptos principales de la evaluación de estrategias de ordenación (MSE) para el atún rojo del Atlántico. La intención es proporcionar conocimientos suficientes para facilitar la discusión entre los científicos, los gestores pesqueros y otras partes interesadas, comenzando con los talleres de los embajadores en octubre, la reunión de la Subcomisión 2 del 12 de noviembre de 2021 y continuando con otras reuniones durante 2022. Este documento resume la estructura de la MSE, algunos resultados preliminares y destaca puntos clave para la Subcomisión 2.

Contexto

El Grupo de especies sobre atún rojo ha estado desarrollando un marco de evaluación de estrategias de ordenación (MS) para el atún rojo del Atlántico (BFT) desde 2014 con el apoyo del Programa de investigación sobre atún rojo para todo el Atlántico (GBYP). En 2015, la Comisión solicitó la adopción de un procedimiento de ordenación (MP) basado en la MSE (Rec. 15-07) y el trabajo preliminar se presentó por primera vez a la Comisión en 2016. Desde entonces, se ha contratado a un experto externo para desarrollar y coordinar la MSE. Se han celebrado múltiples reuniones en las que el SCRS ha interactuado con la Comisión en relación con la MSE y esto ha incluido informar a la Comisión de los progresos con el fin de solicitar comentarios. La Comisión adoptó objetivos de ordenación conceptuales para el atún rojo en 2018 (Res. 18-03) para ayudar a orientar el desarrollo de la MSE. El trabajo sobre MSE va por buen camino para que ICCAT adopte un MP en 2022, de conformidad con el plan de trabajo para la MSE de la Comisión. En el **Apéndice A** se facilitan más discusiones sobre la necesidad de la MSE y las razones para ello.

Visión general de la MSE

Mezcla de los stocks del este y el oeste

El marco de la MSE para el atún rojo del Atlántico asume que hay dos stocks genéticamente diferentes (occidental y oriental) que migran y se mezclan en todo el Atlántico norte. El límite de 45ºW se utiliza para dividir las zonas de ordenación del este y el oeste, pero, a diferencia de la actual evaluación del stock, la MSE tiene en cuenta la realidad de que el atún rojo del stock oriental migra hacia la zona de ordenación occidental y viceversa. Se asume que en el golfo de México solo se encuentran peces del oeste, y se asume que en el Mediterráneo solo se encuentran peces del este, pero en otros 5 estratos espaciales tiene lugar la mezcla de los stocks, y la composición del stock varía por trimestre civil y clase de edad (por ejemplo, 1-4, 5-8 y 9+ años). Los movimientos del stock se proyectan en base a datos de marcado electrónico, así como a análisis genéticos y de otolitos (investigación respaldada por el GBYP). Lo que es más importante, los objetivos de conservación son (adecuadamente) por stock, no por zona.

Índices de abundancia

Los datos de 26 índices diferentes, tanto dependientes como independientes de la pesquería, se utilizan para condicionar la MSE. El periodo histórico de la MSE es desde 1965 hasta 2019 (con un periodo histórico adicional con pocos datos de 1864-1965) y el análisis de las proyecciones se centra en los próximos 30 años. El código informático de la MSE fue objeto de una revisión independiente en 2021, y no se hallaron problemas importantes.

Modelos operativos

Cada modelo operativo (OM) de la MSE representa un escenario plausible/una verdad potencial para la dinámica de los stocks y la pesquería. La MSE para el atún rojo incluye 48 modelos operativos principales (es decir, el conjunto o matriz de referencia de los OM) basados en cuatro principales fuentes de incertidumbre:

1. Reclutamiento: el número de peces de edad 1; refleja la productividad del stock a lo largo del tiempo (3 opciones)¹.
2. Fracción reproductora/mortalidad natural: el porcentaje de individuos que se reproduce/muere por causas naturales en una determinada edad (2 opciones).
3. Escala: abundancia en bruto de peces en las zonas de ordenación del este y del oeste (4 opciones).
4. Ponderación de la composición por tallas: un indicador de la confianza en los datos de talla (2 opciones).

Los 48 OM permiten todas las combinaciones de estas opciones ($3 \times 2 \times 4 \times 2 = 48$). La plausibilidad relativa de cada supuesto ha sido clasificada por el SCRS de acuerdo con un esquema, mencionado como «ponderación», para que los resultados reflejen mejor la importancia acordada a los OM más plausibles. Las opciones de reclutamiento y escala han sido ponderadas en base a la opinión de expertos, y las otras dos incertidumbres se han ponderado igual. Hay otros 44 modelos «de robustez» para evaluar posibles escenarios menos probables pero posibles, similares a «ensayos de sensibilidad» en una evaluación de stock.

Objetivos de ordenación

Basándose en parte en las sugerencias de la reunión intersesiones de la Subcomisión 2, la MSE para el atún rojo incluye siete estadísticas de desempeño clave como punto de referencia inicial para la evaluación de los objetivos de ordenación seleccionados de la Comisión (véase el **Apéndice B**). Se están evaluando nueve estadísticas de desempeño adicionales para proporcionar información adicional y en otra parte están disponibles los resultados completos. Se solicitan aportaciones a la Subcomisión 2 para a) hacer operativos los objetivos de ordenación (posiblemente completando los espacios en blanco de la probabilidad de la Res. 18-03 y añadir plazos) y b) proporcionar comentarios sobre las estadísticas de desempeño propuestas.

Procedimientos de ordenación candidatos

Actualmente hay 9 procedimientos de ordenación candidatos (CMP)² en desarrollo por parte de 6 equipos internacionales de científicos diferentes (**Apéndice C**). Todos asumen actualmente un ciclo de ordenación de 2 años y calculan un total admisible de captura (TAC) separado para las zonas de ordenación del este y del oeste. Algunos incluyen límites al TAC máximo o mínimo o al cambio porcentual en el TAC de un ciclo de ordenación al siguiente. Se solicita la aportación de la Subcomisión 2 respecto a estas especificaciones.

Resultados preliminares

Presentamos los resultados preliminares de CMP anónimos seleccionados para mostrar las principales compensaciones de factores del desempeño para los objetivos de ordenación que compiten. Todos los CMP serán refinados y mejorados a lo largo del año próximo.

¹ Los dos primeros escenarios de reclutamiento de los OM replican el debate aun sin resolver entre los escenarios de reclutamiento alto y bajo para la evaluación del atún rojo del Atlántico oeste. Para el primero de estos escenarios, el stock occidental cambia desde un régimen de productividad alto a uno bajo a mediados de los 70, mientras que el stock oriental cambia en la dirección opuesta a mediados de los 80. Para el segundo escenario de reclutamiento, no hay un cambio de régimen para ningún stock (esto corresponde al escenario de reclutamiento alto para la evaluación del atún rojo del Atlántico oeste). El tercer escenario de reclutamiento en los OM es idéntico al primero históricamente, pero contempla una inversión de cambios de régimen más temprana en el futuro cercano. Las tres opciones están ponderadas 40/40/20 %.

² Aunque se están desarrollando 9 CMP, no todos se considerarán lo suficientemente efectivos para ser candidatos elegibles para la adopción de MP. Solo 2 o 3 CMP se presentarán a la Comisión para su consideración final.

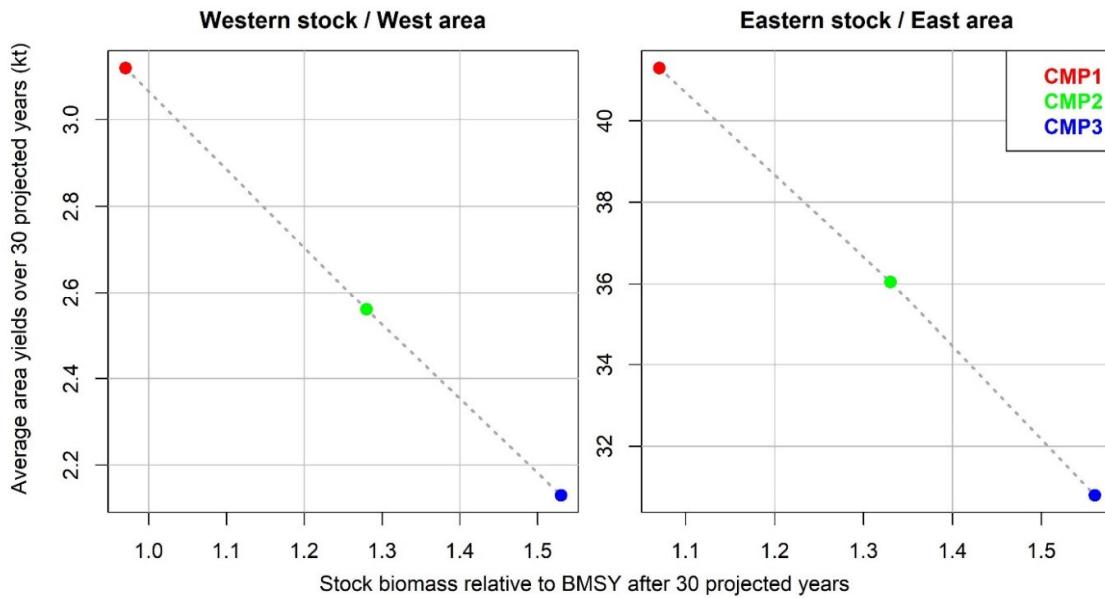


Figura 1. Como ejemplo de las principales compensaciones de factores entre rendimientos (lo que se pesca durante 30 años, expresado como una media anual) y la biomasa del stock (lo que permanece en el recurso después de esos 30 años) para tres CMP (CMP1-rojo, CMP2-verde, CMP3-azul). El panel izquierdo muestra la biomasa del stock occidental (relativa a la B_{RMS} dinámica) en el eje horizontal y la captura de la zona occidental (en miles de t) en el eje vertical. El panel derecho muestra la biomasa del stock oriental (relativa a la B_{RMS} dinámica) en el eje horizontal y la captura de la zona oriental (en miles de t) en el eje vertical. CMP1 tiene las capturas más elevadas, pero también la biomasa eventual más baja en relación con la B_{RMS} dinámica. CMP3 tiene las capturas más bajas, pero también la biomasa eventual más alta en relación con la B_{RMS} dinámica. CMP2 tiene un desempeño intermedio tanto para la captura como para la biomasa.

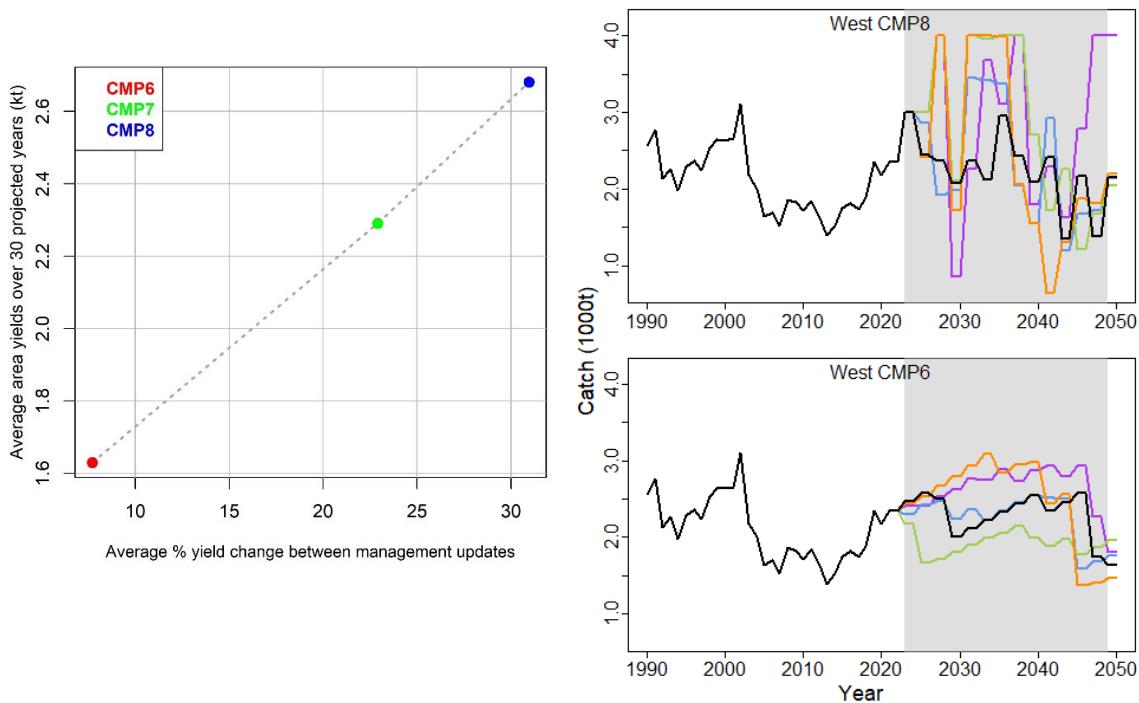
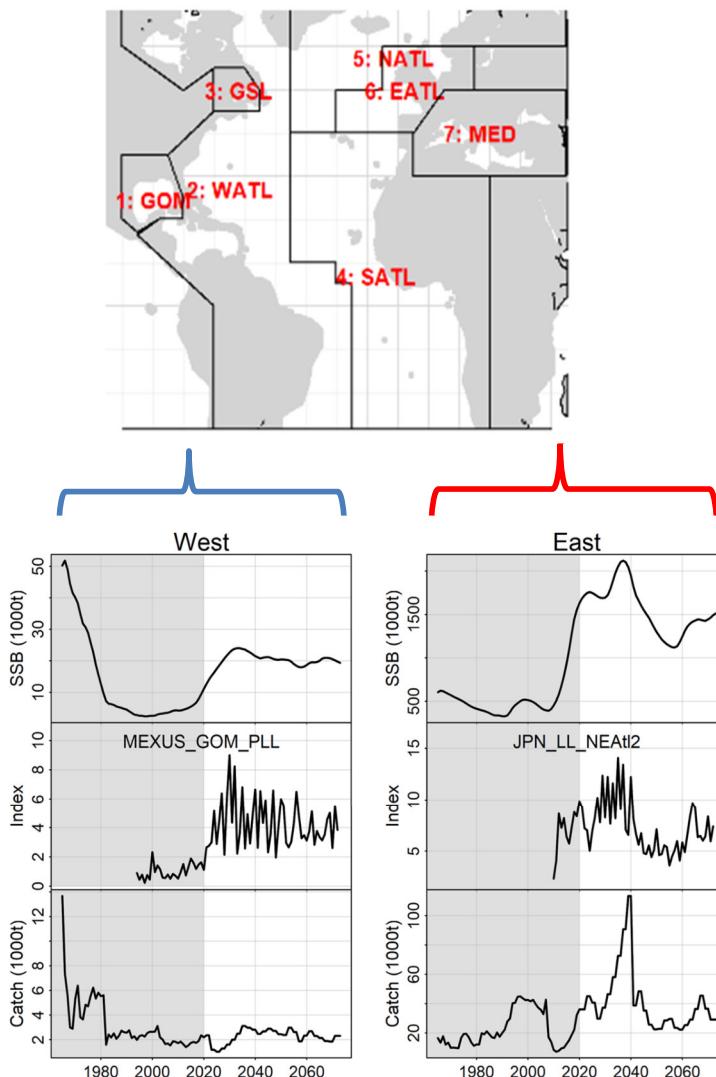


Figura 2. Compensación de factores del desempeño entre los rendimientos de la zona occidental y la variabilidad en el rendimiento. El panel de la izquierda muestra la compensación en promedio durante el período de proyección de 30 años en los tres CMP (CMP6-rojo, CMP7-verde, CMP8-azul) con un desempeño de la biomasa comparable. Las mayores capturas de CMP8 (derecha arriba, punto azul) dan lugar a una mayor variabilidad ($>30\%$) mientras que el CMP6 (derecha abajo, punto rojo) tiene capturas menores, pero más estables ($<10\%$ de media de cambio anual en el TAC). El panel de la derecha muestra las series temporales de capturas anuales para el CMP6 (abajo a la derecha) y el CMP8 (arriba a la derecha) para el período de proyección de 30 años (sombreado), así como para el período histórico. Las cuatro líneas de color representan las proyecciones de cuatro posibles realidades futuras diferentes (derivadas principalmente de las diferencias en los reclutamientos futuros) generadas a partir de un modelo operativo para mostrar la variabilidad potencial, con la media mostrada en negro. El conglomerado de ensayos más ajustado en el CMP6 ilustra la mayor estabilidad de las capturas en comparación con el CMP8, con su mayor rendimiento medio, lo que demuestra la compensación entre el rendimiento y la variabilidad del rendimiento.

Norma para el TAC Norma para el TAC de la zona oeste de la zona este



Las estadísticas de estado y seguridad se aplican al stock “biológico”

Las estadísticas de rendimiento y estabilidad de la captura se aplican a la Zona

Figura 3. Ilustración de cómo operaría un procedimiento de ordenación. Cualquier CMP consistiría en dos normas de captura, una para cada zona. El panel superior muestra los 7 estratos geográficos utilizados en la MSE. Los estratos 1-3 forman parte de la zona de ordenación occidental y los estratos 4-7 forman parte de la zona de ordenación oriental. Los diagramas de la serie temporal del panel inferior muestran el periodo histórico que comienza en 1965 y las proyecciones hasta 2073 para el oeste (izquierda) y el este (derecha). La serie temporal superior muestra la biomasa del stock reproductor (SSB), la central muestra los valores de un índice utilizado en la norma de captura (el índice de palangre México-EE.UU. del golfo de México para el oeste y el índice de palangre japonés para el este, en este ejemplo), y la inferior muestra el total admisible de captura. Los valores son para un posible resultado de un CMP de ejemplo y se basan en un modelo operativo. En esencia, cualquier aumento o disminución de la SSB conduce a un aumento o disminución, respectivamente, del índice de abundancia, que a su vez modifica el TAC para que aumente o disminuya de forma similar, basándose en el CMP. Por ello, las tres series temporales presentan tendencias aproximadamente similares, aunque ligeramente compensadas. Obsérvese que las estadísticas de desempeño relacionadas con el estado y la seguridad se presentan por stock biológico, mientras que las estadísticas relacionadas con la magnitud del rendimiento y la estabilidad se aplican a la zona de ordenación.

Estos resultados preliminares ilustran cómo los CMP impactan en la abundancia y la captura a lo largo del tiempo, así como algunas de las compensaciones de factores clave del desempeño. A media que aumenta la captura, la biomasa relativa a la B_{RMS} dinámica desciende y la variabilidad en la captura aumenta, y viceversa. El objetivo es utilizar los resultados de MSE para equilibrar las compensaciones de estos factores, por ejemplo, maximizando la captura a la vez que se cumplen los objetivos mínimos de biomasa y estabilidad.

Próximos pasos

Se prevén varias reuniones para el intercambio de información entre el SCRS, la Subcomisión 2/Comisión y las partes interesadas entre ahora (septiembre de 2021) y la reunión de la Comisión de 2022. El Grupo de especies de atún rojo ha designado también embajadores para ayudar a mejorar la comprensión de la MSE y para responder a las preguntas. Estos expertos incluyen expertos de habla inglesa, francesa y española.

Se celebrará una reunión de la Subcomisión 2, así como la reunión anual de la Comisión, en el último trimestre de 2021. Se solicitarán comentarios iniciales a los gestores en dicho momento sobre:

- Rangos aceptables en las compensaciones de factores.
 - Captura frente a biomasa.
 - Otras compensaciones, incluida la estabilidad de la captura frente a la captura media.
- Mejora de los objetivos de ordenación operativos y las estadísticas de desempeño asociadas.
- Estructura de los CMP, como el intervalo para el establecimiento del TAC (opciones propuestas: 2 años o una alternativa³), limitaciones al TAC máximo/mínimo y estabilidad de la captura.
- Puntos de referencia, lo que incluye un posible punto de referencia límite para el tamaño del stock (B_{LIM}).

Otros recursos

[Página de bienvenida de la MSE para el atún rojo del Atlántico, incluida la aplicación Shiny interactiva](#), (solo inglés).

[Materiales de difusión de la MSE de Harveststrategies.org](#) (múltiples idiomas).

³ Aunque en la Subcomisión 2 se discutió un ciclo de ordenación de 3 años, la MSE actual utiliza un ciclo de ordenación de 2 años porque permitía que los CMP fueran más reactivos, mejorando así el desempeño de los CMP.

Apéndice A**Motivación y ventajas de la MSE**

El cambio hacia la evaluación de estrategias de ordenación (MSE) como base para gestionar las pesquerías tuvo sus orígenes en el «principio de precaución» enunciado en UNCED en Río de Janeiro en 1992. La Consulta técnica de la FAO de 1995 sobre el enfoque de precaución (PA) en las pesquerías de captura, celebrada en Lysekil, apoyó de manera efectiva el enfoque MSE (desarrollado poco antes en Australia y en el Comité Científico de la CBI) como la forma de gestionar las pesquerías para tener en cuenta el enfoque precautorio. Debían adoptarse normas de decisión para establecer límites de captura, cuando estos hayan mostrado, mediante el uso de pruebas de simulación, que es muy probable que eviten resultados indeseados.

Una reunión de todas las OROP de túnidos (es decir, Kobe III) celebrada en 2011 decidió un movimiento general hacia este enfoque para establecer límites de captura. Esto fue reconfirmado por ICCAT para ocho stocks prioritarios, incluidos los dos stocks de atún rojo del Atlántico, en 2015 (Rec. 15-07), ambos para seguir el acuerdo de Kobe III y como forma para implementar los principios de toma de decisiones de ICCAT de forma práctica (Rec. 11-13).

Otra motivación para cambiar del convencional enfoque de «mejor evaluación» a establecer límites de captura era poder introducir una mayor estabilidad en las decisiones de ordenación pesquera en interés de la industria. La a menudo pobre precisión de las evaluaciones pesqueras, claramente evidenciada por las diferencias entre las evaluaciones de atún rojo del Atlántico oeste de 2020 y 2021, y los cambios realizados a lo largo del tiempo para intentar mejorar la metodología asociada, con frecuencia conduce a recomendaciones sobre límites de captura que pueden ser muy variables de año en año. La MSE permite evitar esto facilitando una base que permite establecer límites en la medida de su variabilidad sin poner al recurso en un riesgo indebido. La MSE puede utilizarse también para evaluar -y tener en cuenta- las principales fuentes de incertidumbre en la dinámica de la pesquería y de la biología, así como la variabilidad natural. De forma crítica, en el caso del atún rojo del Atlántico, la MSE tiene en cuenta la mezcla entre los dos stocks separados, una complejidad influyente que la actual evaluación del stock ha sido incapaz de abordar. Además, el tiempo que pasan los científicos intentando explicar los cambios en los modelos de un año a otro y en negociaciones eternas respecto a cambios menores para las recomendaciones sobre límites de captura (que tendrán solo un impacto muy limitado en el recurso) puede destinarse a un mejor uso.

La ordenación responsable de las pesquerías requiere una elección adecuada entre maximizar las capturas que se van a lograr a largo plazo y, al mismo tiempo evitar un riesgo grave de que el stock, inintencionadamente, se vea reducido a un bajo nivel peligrosamente. La MSE facilita la base para cuantificar las compensaciones de factores implicadas y hacer que los encargados de la toma de decisiones las comprendan claramente. Además, permite una consideración más holística de los objetivos socioeconómicos. Y, lo que es importante, la MSE proporciona un enfoque estructurado de retroalimentación para incorporar nueva información sobre índices, con el paso del tiempo.

Apéndice B

Objetivos de ordenación (de la Res. 18-03), las orientaciones de 2019 de la Subcomisión 2 sobre cómo hacer operativos los objetivos de ordenación y las estadísticas de desempeño correspondientes propuestas.

Objetivos de ordenación (Res. 18-03)	Orientaciones de la Subcomisión 2 (2019)	Estadísticas correspondencia de desempeño
El stock debería tener más de un [] % de probabilidades de situarse en el cuadrante verde de la matriz de Kobe.	«Debería haber una probabilidad del 60% o más de encontrarse en la zona verde del diagrama de Kobe. El SCRS presentará resultados de la simulación en gráficos con una trayectoria para que los gestores puedan evaluar el estado del stock (F relativa a F_{RMS} y B relativa a B_{RMS}) en puntos intermedios entre cero y 30 años, y al final del período de 30 años».	AvgBr – Br media [es decir, ratio de la biomasa, o biomasa del stock reproductor (SSB) relativa a la SSB_{MSY}^1 dinámica] durante los años de proyección, 11-30. Br30 – Br después de 30 años. OFT – Tendencia de sobrepescado, tendencia de SSB si $Br30 < 1$.
Debería haber menos de un [] % de probabilidades de que el stock se sitúe por debajo de B_{LIM} (a definir).	“No debería existir más de un 15 % de posibilidades de que el stock caiga por debajo de B_{LIM} en cualquier punto del período de evaluación de 30 años. El SCRS debería recomendar una definición de B_{LIM} ”.	LD – Merma menor (es decir, SSB relativa a la SSB_0^2 dinámica) durante un período de proyección de 30 años.
Maximizar los niveles de captura totales	«Evaluar los resultados relacionados con maximizar los niveles medios de captura con respecto a cada zona de ordenación a corto, medio y largo plazo».	AvC10 – Mediana de las capturas (t) durante los primeros 10 años. AvC30 – Mediana de las capturas (t) durante 30 años.
Cualquier incremento o descenso en el TAC entre diferentes períodos de ordenación debería ser inferior al [] %.	«Evaluar los resultados de 20 %, 30% y 40%, así como sin limitación en el cambio del TAC entre períodos de ordenación».	AAVC – Variación anual media en las capturas (%) entre ciclos de ordenación.

¹ La SSB_{MSY} dinámica es una fracción establecida de la SSB_0 dinámica (véase más abajo).

² La SSB_0 dinámica es la biomasa del stock reproductor que ocurriría en ausencia de pesca, históricamente y en el futuro. El valor puede cambiar en el tiempo dado que está basado en los niveles de reclutamiento actual que, típicamente, fluctúan.

Tabla procedimientos de ordenación candidatos

CMP	Índices usados		Fórmulas para calcular los TAC	Referencias
	ESTE	OESTE		
FZ	FR AER SUV2 JPN LL NEAtl2 W-MED LAR SUV	US RR 66-144, CAN SWNS RR US-MEX GOM PLL	Los TAC son un producto de estimaciones de $F_{0,1}$ específicas del stock y una estimación del US-MEX GOM PLL para el oeste y del W-MED LAR SUV para el este.	SCRS/2020/144 SCRS/2021/122
AI	Todos	Todos	El MP de inteligencia artificial que utiliza una red neural artificial para estimar la biomasa regional y posteriormente pesca a una tasa de captura fijada.	SCRS/2021/028
BR	FR AER SUV2 W-MED LAR SUV MOR POR TRAP JPN LL NEAtl2	GOM LAR SUV US RR 66-144 US-MEX GOM PLL JPN LL West2 CAN SWNS RR	TAC establecidos usando una tasa de captura para un año de referencia (2018) aplicado a la media móvil de 2 años de un índice maestro combinado de abundancia.	SCRS/2021/121 SCRS/2021/152
EA	FR AER SUV2 W-MED LAR SUV MOR POR TRAP JPN LL NEAtl2	GOM LAR SUV JPN LL West2 US RR 66-144 US-MEX GOM PLL	Ajustar el TAC en base a la ratio del índice de abundancia actual y objetivo.	SCRS/2021/032 SCRS/2021/P/046
LW	W-MED LAR SUV	GOM LAR SUV	El TAC se ajusta en base a la comparación de la tasa de captura relativa actual con la tasa de captura relativa del periodo de referencia (2019).	SCRS/2020/127
NC	MOR POR TRAP	US-MEX GOM PLL	El TAC se actualiza utilizando la media de un índice en años recientes en comparación con una media en años anteriores. La escala de aumento/descenso del TAC se controla en base a la tendencia en las capturas y los índices.	SCRS/2021/122
PW	JPN LL NEAtl2	US-MEX GOM PLL	El TAC se ajusta en base a la comparación de la tasa de captura relativa actual con la tasa de captura relativa del periodo de referencia (2019).	SCRS/2021/155
TC	MOR POR TRAP JPN LL NEAtl2 W-MED LAR SUV GBYP AER SUV BAR	US RR 66-144	Se asume una tasa constante de la migración de peces del este hacia el oeste y los índices regionales se calibran para estimar la biomasa regional. El TAC se calcula con una tasa de captura fijada de la biomasa regional estimada.	SCRS/2020/150 SCRS/2020/165
TN	JPN LL NEAtl2	US RR 66-144 JPN LL West2	Ambos TAC se calculan basándose en las respectivas medias móviles de JPN_LL, a menos que el índice de US_RR detecte una caída drástica del reclutamiento.	SCRS/2020/151 SCRS/2021/041

Índices del este: FR AER SUV2 – prospección aérea francesa en el Mediterráneo; JPN LL NEAtl2 – índice de palangre japonés para el Atlántico nororiental; W-MED LAR SUV – prospección larval en el Mediterráneo occidental; MOR POR Trap – índice de almadrabas marroquíes-portuguesas; GBYP AER SUV BAR – prospección aérea del GBYP en Baleares.

Índices del oeste: US RR 66-144 - índice de caña y carrete recreativo de Estados Unidos para peces de 66-144 cm; CAN SWNS RR – índice canadiense de liña de mano de Nueva Escocia sudoccidental; US-MEX GOM PLL – índice de palangre combinado de Estados Unidos-México para el golfo de México; GOM LAR SUV – prospección de larvas de Estados Unidos en el golfo de México; JPN LL West2 - índice de palangre japonés para el Atlántico occidental.

Apéndice D**Terminología clave utilizada en este documento**

Punto de referencia límite (LRP): Un punto de referencia para un indicador que define un estado biológico no deseado del stock, como Blim o el límite de biomasa por debajo del cual los niveles no son deseables. Para mantener el stock a salvo, la probabilidad de infringir un LRP debería ser muy baja.

Objetivos de ordenación: Objetivos sociales, económicos, biológicos, ecosistémicos y políticos (u otros) formalmente adoptados para un stock y una pesquería. Incluyen objetivos de alto nivel o conceptuales a menudo expresados en la legislación, los convenios o en documentos similares. También deben incluir objetivos operativos que sean específicos y mensurables, con líneas temporales asociadas. Cuando se hace referencia a los objetivos de ordenación en el contexto de los procedimientos de ordenación, para estos últimos, se aplica una definición más específica, pero a veces, los objetivos conceptuales se adoptan primero (por ejemplo, Rec. 18-03 en lo que concierne al ABFT).

Procedimiento de ordenación (MP): Alguna combinación de seguimiento, evaluación, norma de control de la captura y acción de ordenación diseñada para cumplir los objetivos establecidos de una pesquería y que haya sido probada mediante simulación para comprobar su desempeño y si tiene una robustez adecuada ante las incertidumbres. También se conoce como norma de captura.

Evaluación de estrategias de ordenación (MSE) Un marco de trabajo analítico, basado en simulaciones que se utiliza para evaluar el desempeño de múltiples procedimientos de ordenación en relación con los objetivos de ordenación preespecificados.

Modelo operativo (OM): Un modelo que representa un escenario plausible para la dinámica del stock y de la pesquería y que se utiliza para probar mediante simulación el desempeño en cuanto a ordenación de los CMP. Se considerarán generalmente múltiples modelos para reflejar las incertidumbres acerca de la dinámica del recurso y la pesquería, probando así la robustez de los procedimientos de ordenación.

Estadísticas de desempeño: Expresión cuantitativa de un objetivo de ordenación utilizada para evaluar cuán bien se está logrando un objetivo determinando la proximidad del valor actual de la estadística al objetivo. También se conoce como métrica del desempeño o indicador del desempeño.

Matriz de referencia: Modelos operativos que representan las incertidumbres más importantes en la dinámica del stock y de la pesca, que se utilizan como base principal para evaluar el desempeño de los CMP. Los modelos operativos de referencia se especifican de acuerdo con factores (por ejemplo, tasa de mortalidad natural) que tienen múltiples niveles (posibles escenarios para cada factor, por ejemplo, tasa de mortalidad natural alta/baja). Los modelos operativos de referencia se organizan en una «matriz» ortogonal por lo general totalmente cruzada de todos los factores y niveles.

Conjunto de robustez: Otras posibles incertidumbres importantes en la dinámica del stock y de la pesca podrían incluirse en un conjunto de modelos operativos de robustez que proporcionan pruebas adicionales de la robustez del desempeño de los CMP. Pueden usarse para discriminar aun más entre los CMP. En comparación con los modelos operativos de la matriz de referencia, los modelos de robustez serán típicamente menos plausibles y/o influyentes en el desempeño.