

Evaluación de estrategias de ordenación (MSE) del listado del Atlántico occidental: antecedentes, resumen, resultados finales y guía para la toma de decisiones

(Preparado por el Subgrupo técnico sobre la MSE para los tónidos tropicales en coordinación con el presidente del SCRS y el relator del listado del Atlántico occidental)

Este documento describe los conceptos principales y presenta los resultados finales de la MSE para el listado del Atlántico occidental. La intención es facilitar los debates y la toma de decisiones para la adopción de un procedimiento de ordenación (MP) en la 24ª Reunión extraordinaria de la Comisión en noviembre de 2024.

1. Contexto

El Grupo de especies de tónidos tropicales del SCRS ha estado desarrollando un marco de evaluación de estrategias de ordenación (MSE) para el listado del Atlántico occidental (SKJ-W) desde 2020. En 2015, la Comisión solicitó la adopción de un procedimiento de ordenación (MP) para el listado occidental y para otros siete stocks prioritarios basado en una MSE ([Rec. 15-07](#)). Esta petición de una MSE se ha repetido en todas las medidas sobre tónidos tropicales de ICCAT desde 2016, y la [Rec. 16-01](#) estableció los indicadores iniciales de desempeño para los tónidos tropicales. Mientras que el stock del listado del Atlántico oriental está incluido en la MSE multistock junto con el patudo y el rabil, al listado del Atlántico occidental se le ha asignado su propia MSE desde que se adoptó el "[Proyecto de hoja de ruta para el desarrollo de evaluaciones de estrategias de captura \(MSE\) y normas de control de la captura \(HCR\)](#)" en 2016; esto se debe a que el listado occidental se captura predominantemente en una pesquería de un solo stock.

Expertos externos iniciaron los trabajos de la MSE en 2020 ([SCRS/140/2020](#)) y, desde entonces, el desarrollo de la MSE corre a cargo del SCRS ([SCRS/2022/097](#), [SCRS/2022/180](#), [SCRS/2023/169](#), [SCRS/2024/050](#), [SCRS/2024/162](#)). La Comisión adoptó objetivos de ordenación conceptuales para el listado occidental en 2022 ([Res. 22-02](#)), y trabajó para hacer operativos esos objetivos en la Segunda reunión intersesiones de la Subcomisión 1 sobre la MSE para el listado occidental, celebrada el 5 de mayo de 2023, y en la Primera reunión intersesiones de la Subcomisión 1 sobre la MSE para el listado occidental, celebrada el 20-21 de febrero de 2024. Durante 2024, una serie de reuniones celebradas tanto en el seno del SCRS como de la Subcomisión 1 culminaron en un mayor desarrollo de la MSE para el listado occidental, incluyendo actualizaciones de los datos de capturas e índices de abundancia y revisiones de los procedimientos de ordenación candidatos (CMP) para mejorar el rendimiento. El trabajo de la MSE ha finalizado y está listo para que ICCAT adopte un MP en 2024, de acuerdo con el plan de trabajo de la Comisión "[Revisión de la hoja de ruta para los procesos de MSE de ICCAT adoptada por la Comisión en 2023](#)".

2. Visión general de la MSE

La MSE para el listado occidental se construye utilizando un paquete de software MSE de código abierto llamado [openMSE](#). El paquete puede introducir información de modelos de evaluación, incluidos los elaborados en el marco de Stock Synthesis ([informe de la reunión ICCAT de 2022 de evaluación del stock de listado](#), en este caso) para crear eficazmente, y luego personalizar, un marco de MSE para probar los CMP.

2.1 Índices de abundancia

El stock de listado occidental se extiende desde la costa de Estados Unidos hasta la costa sur de Brasil. Para condicionar la MSE se utilizan datos de cinco índices diferentes (cebo vivo - Brasil período reciente y anterior, liña de mano de Brasil, cerco de Venezuela y palangre de Estados Unidos-México). Por término medio, Brasil responde de aproximadamente el 90 % de las capturas totales de listado en el Atlántico occidental, mientras que Venezuela se lleva la mayor parte de las capturas restantes (un 7 % de media). El periodo histórico de la MSE abarca de 1952 a 2020 inclusive, lo que incluye capturas observadas de 2021 y 2022, y las proyecciones cubren 30 años.

2.2 Modelos operativos

Cada modelo operativo (OM) de la MSE representa una hipótesis o un escenario plausible para la dinámica del stock y la pesquería. La MSE para el listado occidental incluye nueve OM esenciales (es decir, el "conjunto de referencia o la matriz de los OM") basados principalmente en dos fuentes de incertidumbre:

1. Reclutamiento/inclinación: medición de la relación entre el número de crías producidas cada año y la abundancia de la población adulta; refleja la productividad del stock (tres opciones);
2. Vector de crecimiento: refleja los parámetros biológicos alternativos de la población, e incluye diferentes combinaciones de tasa de crecimiento, talla máxima y mortalidad natural (3 opciones)

Los nueve OM permiten todas las combinaciones de estas opciones ($3 \times 3 = 9$). Estos nueve OM se derivaron de la última evaluación de stock del listado occidental realizada en 2022 ([Informe de la reunión de ICCAT de 2022 de evaluación del stock de listado](#)). Así pues, reflejando la misma decisión tomada durante la última evaluación de stock, los nueve escenarios de OM se consideran igualmente plausibles, por lo que se ponderan por igual en esta MSE. Estos nueve modelos operativos constituyen el conjunto de referencia de modelos operativos.

También hay dos OM de "robustez" para evaluar escenarios menos probables pero posibles. Estos incluyen excesos de TAC del 10 % o el 20 % debido a errores de implementación, lo que da lugar a 18 OM de robustez ($9 \times 2 = 18$). En 2025 se desarrollará una prueba de robustez para evaluar los posibles impactos del cambio climático.

2.3 Objetivos de ordenación

La MSE para el listado occidental incluye actualmente veinte (20) indicadores clave de desempeño como nivel de referencia inicial para la evaluación de los cuatro objetivos de ordenación acordados por la Comisión (véase el **Apéndice 1**). El punto de referencia límite (B_{LIM}) se establece en $40 \% * SSB_{RMS}$ para el listado occidental, como se ha hecho para otros stocks, incluidos el pez espada del Atlántico norte, el atún blanco del Atlántico norte y el atún rojo del Atlántico. El punto de referencia objetivo se fija en SSB_{RMS} .

2.4 Procedimientos de ordenación candidatos (CMP)

En la actualidad existen 10 CMP, seis empíricos y cuatro basados en modelos. Según las orientaciones de la Subcomisión 1, todos utilizan un ciclo de ordenación de tres años y calculan un único total admisible de captura (TAC) para el Atlántico occidental. Los CMP utilizan un desfase de datos de dos años, por ejemplo, en 2024, el TAC para 2025 se fijará con los datos disponibles hasta 2022. Las descripciones completas de los CMP están disponibles en el documento SCRS/2024/162, e incluyen lo siguiente:

- IR: Tres CMP de ratio de índice con distintos límites en el cambio del TAC. Los TAC se fijan en función del índice combinado, pero cuando el cambio de índice está dentro de los límites especificados, el TAC no se modifica.
 - IR01: Cambio del TAC limitado a un aumento del 20 % o a una disminución del 25 %
 - IR02: Cambio del TAC limitado al 20 %, tanto para el aumento como para la disminución
 - IR03: Sin límite de modificación del TAC
- CE: Tres CMP de tasa de explotación constante con tres límites distintos de variación del TAC
 - CE01: Cambio del TAC limitado a un aumento del 20 % o a una disminución del 25 %
 - CE02: Cambio del TAC limitado al 20 %, tanto para aumento como para disminución
 - CE03: Sin límite de modificación del TAC
- SP: Cuatro CMP basados en modelos que utilizan un modelo de producción excedente o un modelo de producción excedente espacio-estado con una regla de control de capturas del tipo "palo de hockey" de 100-40 y una $F_{OBJETIVO}$ del 100 % F_{RMS} (**Figura 1**, a la izquierda) o del 80 % F_{RMS} (**Figura 1**, a la derecha)
 - SP01: Modelo de producción excedente con $F_{OBJETIVO} = 80 \% F_{RMS}$
 - SP02: Modelo de producción excedente espacio-estado con $F_{OBJETIVO} = 80 \% F_{RMS}$
 - SP03: Modelo de producción excedente espacio-estado con $F_{OBJETIVO} = 100 \% F_{RMS}$
 - SP04: Modelo de producción excedente espacio-estado con $F_{OBJETIVO} = 100 \% F_{RMS}$

3. Resultados finales

La Subcomisión 1 proporcionó información sobre los resultados iniciales de la MSE en mayo de 2023 y en una reunión intersesiones en febrero de 2024, que el SCRS tuvo en cuenta a la hora de continuar con su trabajo de desarrollo del CMP. Estos nuevos resultados finales se resumen a continuación (**Tablas 1 y 2, Figuras 2 a 4**) y se describen en su totalidad en el documento SCRS/2024/162.

Los resultados han cambiado considerablemente desde mayo de 2023, cuando la Subcomisión 1 asesoró sobre los objetivos de ordenación operativos. Esto se debe a que los CMP ahora utilizan el índice combinado e incorporan los datos reales de las pesquerías en lugar de sólo simulaciones. Esos resultados anteriores tenían un error muy bajo y eran excesivamente optimistas, mientras que los nuevos resultados se basan en el conjunto de referencia final de los OM y en tener en cuenta la incertidumbre de manera más precisa. Por lo tanto, es más difícil lograr una probabilidad de situarse en el cuadrante verde del diagrama de Kobe (PGK) del 70 % para el periodo de proyección de 30 años, lo que se traduce en rendimientos medios inferiores en comparación con simulaciones anteriores. Todos los CMP alcanzan una probabilidad del 90 % o superior de no rebasar el punto de referencia límite durante todo el periodo de proyección, aunque algunos CMP descienden al 88 % para los años 21-30. Los resultados actuales de la MSE pueden considerarse ya definitivos y tomarse como base para la adopción por parte de la Comisión de los objetivos de ordenación definitivos y de un MP para fijar el TAC para 2025 y años posteriores.

4. Guía para la toma de decisiones

Los siguientes puntos deberían reflejarse en el MP final que adopte la Comisión en noviembre:

- a) Objetivos de ordenación operativos finales (véase el **Apéndice 1**), que incluyen:
 - El umbral mínimo aceptable para el objetivo de estado;
 - El umbral mínimo aceptable para el objetivo de seguridad;
 - El porcentaje máximo aceptable de variación del TAC entre periodos de ordenación;
 - Los resultados sobre el desempeño relativo de los CMP figuran en las **Tablas 1-2** y en las **Figuras 2-4** y pueden ayudar a tomar estas decisiones.
- b) Tipo final de CMP:
 - Quedan diez CMP: IR_01, IR_02, IR_03, CE_01, CE_02, CE_03, SP_01, SP_02, SP_03, and SP_04;
 - En las **Tablas 1-2** y las **Figuras 2-4** se presentan los resultados relativos al desempeño del CMP para facilitar la selección.
- c) Calendario de implementación del MP:
 - Un elemento clave del proceso de implementación del MP es el proceso de su examen. Dicho examen puede producirse a intervalos regulares y programados o tras la declaración de circunstancias excepcionales. En la mayoría de los casos, esa revisión no constituiría una revisión completa de la estructura del OM, el acondicionamiento completo de los OM o cambios sustanciales en los CMP, aunque ofrece esa oportunidad en caso necesario. En la mayoría de los casos, estos exámenes podrían implementar revisiones de los índices o aportar mejoras relativamente menores a los OM o a los MP; de hecho, el resultado puede dejar el MP sin cambios. En el **Apéndice 3** se incluye la propuesta de calendario de implementación del MP para su examen y aprobación por parte de la Subcomisión 1. El calendario incluye los requisitos de datos para cada paso, así como un calendario para la revisión de los supuestos del modelo de la MSE.

5. Otros recursos

[Aplicación Shiny interactiva de la MSE para el listado del Atlántico oeste](#) (incluye resultados preliminares): En "Cargar un ejemplo", seleccione "Listado del Atlántico occidental".

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

Tabla 1. Tabla tipo patchwork que muestra los resultados de los 10 CMP con respecto a los indicadores clave de rendimiento para el conjunto de modelos operativos de referencia. Véase el **Apéndice 1** para las descripciones de los indicadores de desempeño. Los valores más altos son mejores para todas las métricas excepto VarC. Un sombreado más oscuro indica un mejor desempeño, pero algunos de los valores son muy similares, a pesar de la diferencia de sombreado.

MP	AvC_short	AvC_med	AvC_long	PGK_short	PGK_med	PGK_long	PGK	PNOF	nLRP_short	nLRP_med	nLRP_long	nLRP	VarCmedium	VarClong	VarC
IR_01	20581	21096	20065	0.71	0.72	0.69	0.70	0.77	1.00	0.96	0.88	0.91	0.01	0.00	0.00
IR_02	20581	21096	20065	0.71	0.72	0.69	0.70	0.77	1.00	0.96	0.88	0.91	0.01	0.00	0.00
IR_03	20581	21106	20061	0.71	0.72	0.69	0.70	0.77	1.00	0.96	0.88	0.91	0.01	0.00	0.00
CE_01	20677	20609	20324	0.71	0.72	0.69	0.70	0.80	1.00	0.96	0.92	0.94	0.22	0.31	0.25
CE_02	20677	20712	20641	0.71	0.72	0.67	0.69	0.79	1.00	0.96	0.91	0.93	0.21	0.29	0.23
CE_03	20677	21571	20189	0.71	0.68	0.64	0.66	0.77	1.00	0.95	0.90	0.92	0.34	0.53	0.37
SP_01	21616	22142	19716	0.70	0.68	0.71	0.70	0.78	1.00	0.94	0.89	0.92	0.04	0.02	0.02
SP_02	21395	17649	15658	0.68	0.75	0.87	0.82	0.90	1.00	0.96	0.96	0.97	0.31	0.26	0.28
SP_03	21616	22142	19716	0.70	0.68	0.71	0.70	0.78	1.00	0.94	0.89	0.92	0.04	0.02	0.02
SP_04	21395	17695	15771	0.68	0.75	0.86	0.82	0.89	1.00	0.96	0.96	0.97	0.31	0.26	0.28

Tabla 2. Tabla tipo patchwork que muestra los resultados de los 10 CMP con respecto al TAC1 para el conjunto de referencia de los modelos operativos.

CMP	TAC1
CE_01	20,559.79
CE_02	20,559.79
CE_03	20,559.79
IR_01	20,000.11
IR_02	20,000.11
IR_03	20,000.11
SP_01	23,891.52
SP_02	15,378.83
SP_03	23,891.52
SP_04	15,332.60

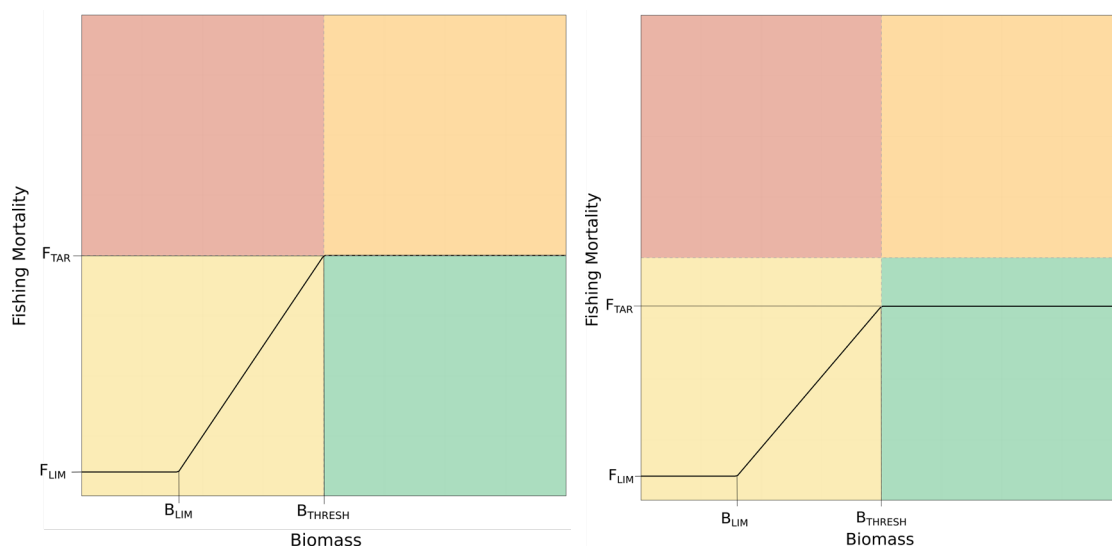


Figura 1. Descripción esquemática de las normas de control de la captura (HCR) implementadas en los CMP basados en modelos evaluados en la MSE del listado occidental.

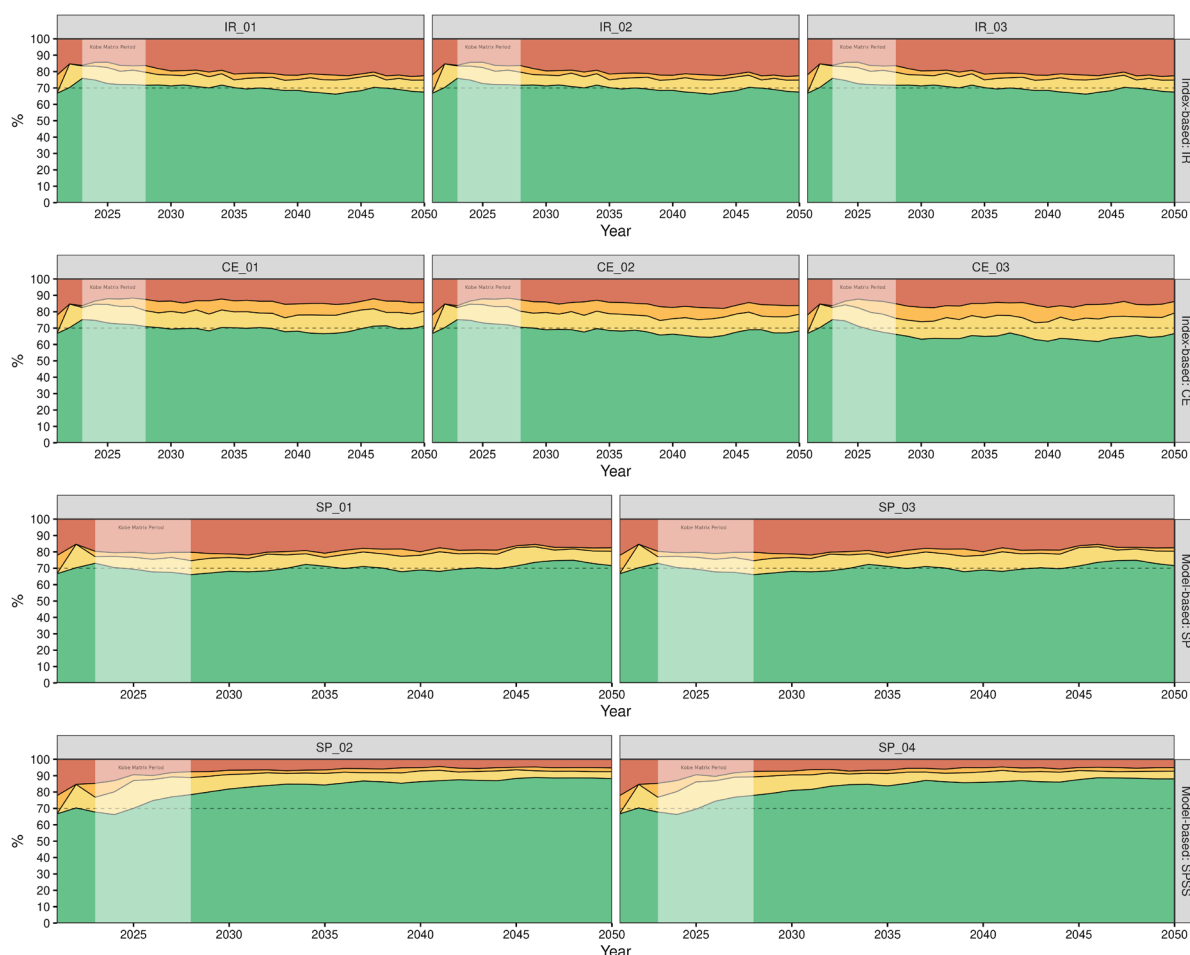


Figura 2. Diagrama temporal de Kobe que muestra el porcentaje (eje vertical) de simulaciones en todas las simulaciones y todos los modelos operativos de referencia que se sitúan en cada uno de los cuadrantes del diagrama de Kobe en cada año de proyección (eje horizontal). El verde indica que el stock no está sobrepescado ni está experimentando sobrepesca. El naranja indica que el stock está experimentando sobrepesca pero no está sobrepescado. El amarillo indica que el stock está sobrepescado pero no está experimentando sobrepesca. El rojo indica que el stock está sobrepescado y está experimentando sobrepesca de manera continuada.

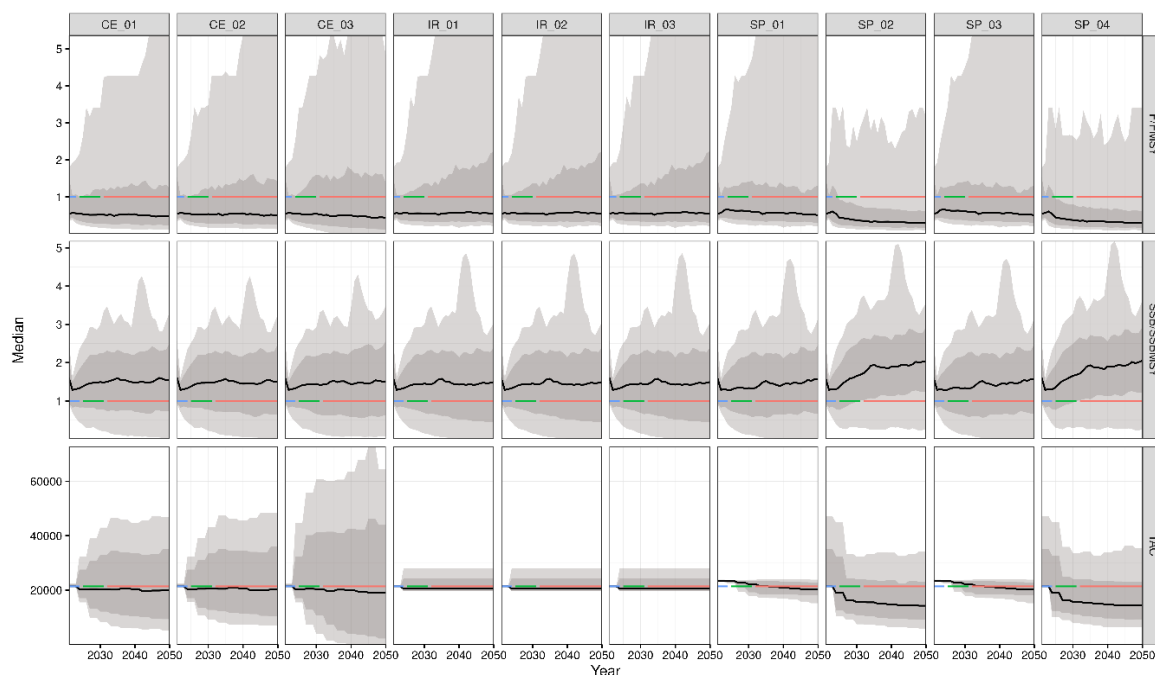


Figura 3. Trayectoria de a) la mortalidad por pesca (F) en relación con F_{RMS} (fila superior), b) la biomasa reproductora del stock (SSB) en relación con SSB_{RMS} (fila central), y c) el TAC (en toneladas, fila inferior) para las calibraciones en lo relativo a la probabilidad de situarse en el cuadrante verde del diagrama de Kobe del 70 % de los 10 CMP finales. Los resultados se resumen en todos los modelos operativos de referencia. Las barras azules muestran el periodo corto, mientras que las verdes representan el medio y las rojas el largo.

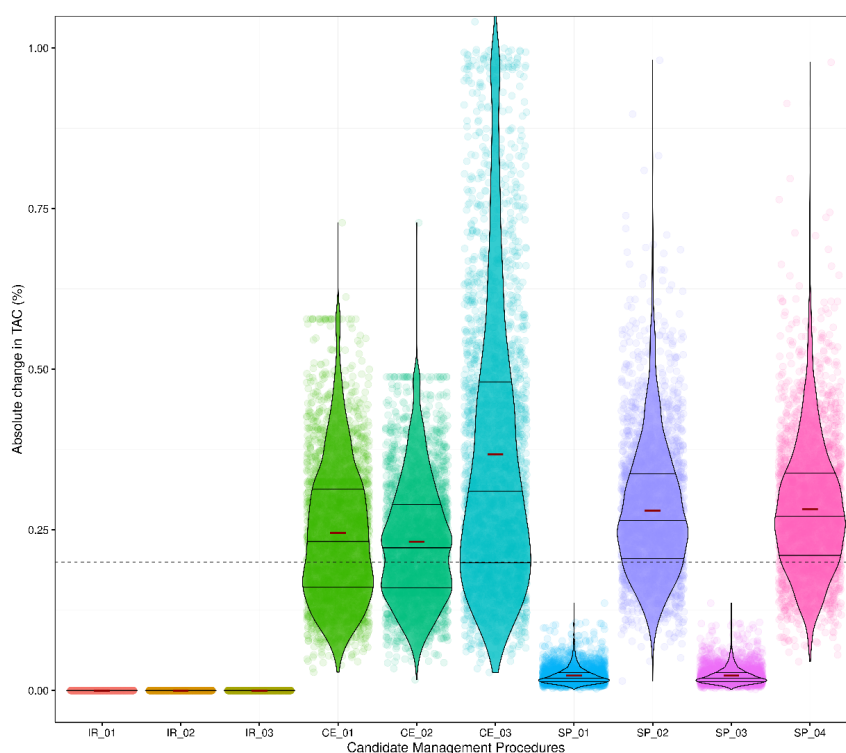


Figura 4. Gráfico de violín para el cambio del TAC entre ciclos de ordenación. La anchura del gráfico de violín indica la proporción de puntos de datos que hay en cada región del gráfico (es decir, las zonas anchas del gráfico indican un número relativamente grande de puntos de datos en esa región, mientras que las zonas estrechas del gráfico indican pocos puntos de datos). Las líneas dentro de los gráficos de violín indican los percentiles 25, 50 y 75, y la línea roja la media de las distribuciones.

Objetivos de ordenación (de la Res. 22-02 y de las reuniones de la Subcomisión 1 de mayo de 2023 y febrero de 2024) y el actual conjunto de indicadores de desempeño correspondiente.

<i>Objetivos de ordenación (Res. 22-02)</i>	<i>Indicadores de desempeño correspondientes propuestos</i>
<p>Estado</p> <p>El stock debería tener una probabilidad del 70 % o superior de situarse en el cuadrante verde de la matriz de Kobe utilizando periodos de proyección de 30 años tal y como lo determine el SCRS.</p>	<p>PGK_{short}: Probabilidad de situarse en el cuadrante verde de Kobe (es decir, $SSB \geq SSB_{RMS}$ y $F < F_{RMS}$) en los años 1-3.</p> <p>PGK_{medium}: Probabilidad de situarse en el cuadrante verde de Kobe (es decir, $SSB \geq SSB_{RMS}$ y $F < F_{RMS}$) en los años 4-10.</p> <p>PGK_{long}: Probabilidad de situarse en el cuadrante verde de Kobe (es decir $SSB \geq SSB_{RMS}$ y $F < F_{RMS}$) en los años 11-30.</p> <p>PGK_{all}: Probabilidad de situarse en el cuadrante verde de Kobe (es decir $SSB \geq SSB_{RMS}$ y $F < F_{RMS}$) en los años 1-30.</p> <p>POF: Probabilidad de $F > F_{RMS}$ durante los años 1-30</p> <p>PNOF: Probabilidad de $F < F_{RMS}$ durante los años 1-30</p>
<p>Seguridad</p> <p>La probabilidad de que el stock se sitúe por debajo de B_{LIM} ($0,4 * SSB_{RMS}$) en cualquier momento durante el periodo de proyección de 30 años no debería ser superior al 10 %.</p>	<p>LRP_{short}: Probabilidad de sobrepasar el punto de referencia límite (es decir, $SSB < 0,4 * SSB_{RMS}$) durante los años 1-3</p> <p>LRP_{medium}: Probabilidad de sobrepasar el punto de referencia límite (es decir, $SSB < 0,4 * SSB_{RMS}$) durante los años 4-10</p> <p>LRP_{long}: Probabilidad de sobrepasar el punto de referencia límite (es decir, $SSB < 0,4 * SSB_{RMS}$) durante los años 11-30</p> <p>LRP_{all}: Probabilidad de sobrepasar el punto de referencia límite (es decir, $SSB < 0,4 * SSB_{RMS}$) durante los años 1-30</p> <p>nLRP_{short}: Probabilidad de no sobrepasar el punto de referencia límite (es decir, $SSB < 0,4 * SSB_{RMS}$) durante los años 1-3</p> <p>nLRP_{medium}: Probabilidad de no sobrepasar el punto de referencia límite (es decir, $SSB < 0,4 * SSB_{RMS}$) durante los años 4-10</p> <p>nLRP_{long}: Probabilidad de no sobrepasar el punto de referencia límite (es decir, $SSB < 0,4 * SSB_{RMS}$) durante los años 11-30</p> <p>nLRP_{all}: Probabilidad de no sobrepasar el punto de referencia límite (es decir, $SSB < 0,4 * SSB_{RMS}$) durante los años 1-30</p>
<p>Rendimiento</p> <p>Maximizar los niveles globales de capturas a corto (1-3 años), medio (4-10 años) y largo plazo (11-30 años).</p>	<p>AvC_{short} – Mediana de las capturas (t) durante los años 1-3</p> <p>AvC_{medium} – Mediana de las capturas (t) durante los años 4-10</p> <p>AvC_{long} – Mediana de las capturas (t) durante los años 11-30</p>
<p>Estabilidad</p> <p>Cualquier cambio en el TAC entre diferentes periodos de ordenación debería ser de un 20 % o inferior¹.</p>	<p>VarC_{medium} – Variación del TAC (%) entre ciclos de ordenación durante los años 4-10</p> <p>VarC_{long} – Variación del TAC (%) entre ciclos de ordenación durante los años 11-30</p> <p>VarC_{all} – Variación del TAC (%) entre ciclos de ordenación durante los años 1-30</p>

¹Los CMP también deben probarse sin restricciones en los cambios de TAC de un ciclo de ordenación al siguiente, tal y como se indicó en las reuniones de la Subcomisión 1 de mayo de 2023 y febrero de 2024. Disposición a las restricciones asimétricas de cambio de TAC, en las que no habría límite a las disminuciones de TAC si $B_{actual} < B_{RMS}$.

Proyecto de calendario para la implementación del MP, suponiendo un ciclo de ordenación de tres años

Año	Ciclo de ordenación	Actividad					Datos de entrada	
		Ejecución del MP	Implementación del asesoramiento del MP	Evaluación de stock	Revisión de la MSE	Circunstancias excepcionales	Índice combinado ¹	Indicadores de circunstancias excepcionales
2024		X					X	
2025	1		X			X		X
2026						X		X
2027		X				X	X	X
2028	2		X			X		X
2029						X		X
2030		X		X	X	X	X	X

¹ El índice combinado puede actualizarse anualmente, en función de los requisitos establecidos en el protocolo de circunstancias excepcionales (ECP).

Terminología clave utilizada en este documento

Punto de referencia límite (LRP): Un punto de referencia para un indicador que define un estado biológico del stock no deseable como por ejemplo B_{lim} o el límite de la biomasa por debajo de lo que es deseable. 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 plazos asociados. 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, la Res. 22-02 para el listado occidental).

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 ha sido probada mediante simulación para comprobar su desempeño y robustez adecuada ante incertidumbres. También se conoce como estrategia 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 MP en relación con los objetivos de ordenación predefinidos.

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.

Indicador de desempeño: Expresión cuantitativa de un objetivo de ordenación utilizada para evaluar en qué medida se están logrando los objetivos determinando la proximidad del valor actual de la estadística con respecto al objetivo. También se conoce como medición del desempeño o estadística 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 incertidumbres potencialmente 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 utilizarse para discriminar aún 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.