

Resultados del procedimiento de ordenación candidato (CMP) para la evaluación de estrategias de ordenación para el pez espada del Atlántico norte (SWO-N MSE)

Introducción

Está previsto que la Comisión adopte un procedimiento de ordenación (MP) para el pez espada del Atlántico norte en 2023. Para ayudar a la Comisión en esta toma de decisiones, el Comité ha preparado varios documentos, una [página web](#), y una [plataforma interactiva en línea](#) (NSWO Shiny App) que presentan la información final sobre el desempeño de los CMP y las compensaciones de factores en relación con las mediciones del desempeño predeterminadas. Un [documento de especificación de prueba](#) facilita una descripción detallada de los elementos técnicos para dicha MSE. Este apéndice ofrece una breve descripción de los resultados del CMP.

Métodos

Modelos operativos

Los modelos operativos de la MSE para el pez espada del norte se basaron en la evaluación de stock de 2022 (Anón., 2022c), realizada con el software de evaluación Stock Synthesis 3 (SS3). Los modelos operativos (OM) se clasificaron en dos categorías: el conjunto de referencia, que abarcaba las principales incertidumbres de la evaluación de stock de 2022, y los OM de robustez, un subconjunto del conjunto de referencia que se modificó para tener en cuenta incertidumbres potenciales adicionales.

Modelos operativos de referencia

La tasa de mortalidad natural (M) y la inclinación de la relación stock-recluta de Beverton-Holt (h) son los ejes de incertidumbre incluidos en el conjunto de los modelos operativos de referencia. Se seleccionaron tres valores para cada parámetro ($M=0,1, 0,2, 0,3$ y $h=0,69, 0,80, 0,88$), y se condicionaron nueve modelos operativos con estos valores supuestos. Un OM del conjunto de referencia ($M=0,2$ y $h=0,88$) compartía supuestos idénticos con la evaluación de stock de 2022.

Pruebas de robustez

Se desarrolló un conjunto de OM de robustez para evaluar el impacto de las incertidumbres adicionales que no se tuvieron en cuenta en el conjunto de referencia. Se desarrollaron cinco OM de robustez para considerar incertidumbres adicionales para los periodos históricos y de proyección. La **Tabla 1** muestra un resumen de los OM de robustez.

Pruebas del ciclo de ordenación

Todos los CMP se diseñan con un ciclo de ordenación de tres años. Para un subconjunto de CMP, se probó un ciclo de ordenación de cuatro años y se compararon los resultados con las versiones de tres años.

Prueba del umbral mínimo de TAC

Se comprobó el desempeño de un subconjunto de CMP en un escenario en el que el TAC no se modificaba entre ciclos de ordenación si el CMP recomendaba un cambio en el TAC inferior a 200 t.

Mediciones del desempeño

La Subcomisión 4 identificó 10 mediciones del desempeño como criterios principales para comparar el desempeño de los CMP (**Tabla 2**).

Procedimientos de ordenación candidatos

El Comité elaboró un gran número de CMP, que luego se redujeron a una lista restringida mediante un procedimiento de selección aprobado por la Subcomisión 4. Se identificaron cinco tipos de CMP, cada uno de ellos calibrados a tres objetivos de calibración (51 %, 60 % y 70 % de probabilidad de situar al stock en el cuadrante verde del diagrama de Kobe en un corto periodo de tiempo, años 1 - 10) para su inclusión en la lista de preseleccionados. Para cada tipo de CMP, en el que se añade "a" al nombre del CMP (por ejemplo, "CE_a"), el CMP se calibró para alcanzar una probabilidad del 51 % de situar al stock en el cuadrante verde del diagrama de Kobe en un corto periodo de tiempo (años 1 - 10). Las letras "b" y "c" indican que el CMP se calibró para alcanzar una probabilidad del 60 % o del 70 %, respectivamente, de situar al stock en el cuadrante verde del diagrama de Kobe, PGK, en un periodo de tiempo corto (años 1 - 10). En la **Tabla 3** figura una descripción de cada uno de estos CMP.

Resultados y debate

La Tabla 4 muestra el desempeño de los CMP con respecto a las 10 mediciones de desempeño identificadas por la Subcomisión 4. Para cada uno de los CMP se trazaron series temporales de las tendencias de mortalidad por pesca, biomasa y TAC en las proyecciones (en la **Figura 1** se muestra un ejemplo de serie temporal para CE_b).

Dadas las diferencias estructurales de los CMP, su desempeño difiere según las mediciones. En la **Figura 2** se muestran las compensaciones de factores entre los CMP para el conjunto de referencia de OM. Esta figura muestra las compensaciones de factores en PGK frente al TAC medio, la probabilidad de no superar el punto de referencia límite (LRP) frente al TAC medio y la variación media del TAC (mostrada como un valor negativo, de modo que los valores más bajos significan más variabilidad) frente al TAC. Las pruebas de robustez en la SWO MSE incluyen escenarios que a menudo plantean mayores retos para los CMP. La **Figura 3** muestra el mismo conjunto de compensaciones de factores descrito anteriormente, pero para el escenario de robustez 3b.

La variabilidad del TAC entre periodos de ordenación en los CMP se muestra en un gráfico de violín (**Figura 4**). A petición de la Subcomisión 4, el Comité probó los CMP con y sin límites en el cambio máximo del TAC entre ciclos de ordenación. La **Figura 4** muestra la distribución del cambio absoluto en el TAC de los CMP. La anchura del gráfico de violín es proporcional a la frecuencia del cambio absoluto en el TAC (es decir, áreas más amplias significan que el valor es más común).

Todos los CMP preseleccionados cumplieron los requisitos mínimos de desempeño establecidos por la Subcomisión 4. En particular, todos los CMP preseleccionados tienen una probabilidad muy alta de no superar el LRP de 0,4 B_{RMS} (**Tabla 4**). En todos los casos, los CMP alcanzaron una probabilidad >95 % de no rebasar el LRP en todo el periodo de proyección y, en la mayoría de los casos, una probabilidad >98% de no rebasar el LRP en todo el periodo de proyección. La probabilidad mínima aceptable de no superar el LRP identificada por la Subcomisión 4 es del 85 %.

Además de la lista básica de escenarios de robustez, el Comité examinó un escenario en el que la duración del ciclo de ordenación era de cuatro años en lugar de tres (**Tabla 5**). Los resultados mostraron que los ciclos de ordenación de cuatro años sólo tenían un pequeño impacto en el desempeño de los CMP en comparación con el intervalo de tres años. El Comité también examinó un escenario en el que el TAC no se modificaba entre ciclos de ordenación si el CMP recomendaba un cambio en el TAC inferior a 200 t (**Tabla 6**). Los resultados mostraron que el cambio mínimo de TAC de 200 t no tuvo ningún impacto en el desempeño de los CMP, ya que el cambio de TAC entre ciclos de ordenación siempre fue superior a 200 t.

Estos resultados proporcionan información que el Comité prevé que ayudará a la Comisión en la selección de un MP para la ordenación del stock de pez espada del Atlántico norte.

Tabla 1. Descripción de los modelos operativos (OM) de robustez desarrollados para la MSE del pez espada del Atlántico norte.

<i>OM de robustez</i>	<i>Propósito</i>
R0	OM de referencia para las pruebas de robustez.
R1	Evaluación del impacto de un supuesto aumento anual del 1 % en la capturabilidad que no se tiene en cuenta en la estandarización de los índices de abundancia (históricos y de proyección).
R2	Igual que R2, pero sólo para el periodo histórico
R3a	Evaluación del impacto del patrón cíclico en las desviaciones del reclutamiento en el periodo de proyección; una aproximación del impacto del cambio climático en la productividad del stock.
R3b	Evaluación del impacto de las desviaciones del reclutamiento inferiores a lo previsto durante los 15 primeros años del periodo de proyección; una aproximación del impacto del cambio climático en la productividad del stock.
R4	Evaluación del impacto de las capturas ilegales, no declaradas o no reglamentadas Un rebasamiento del 10 % del TAC cada año.

Tabla 2. Resumen de los objetivos de ordenación y las correspondientes mediciones del desempeño (PM) desarrolladas para la EMS del pez espada del Atlántico norte.

<i>Categoría</i>	<i>Objetivo de ordenación</i>	<i>Nombre de la PM</i>	<i>Descripción de la PM</i>
Estado	El stock debería tener un [51, 60, 70] % o más de probabilidades de situarse en el cuadrante verde de la matriz de Kobe.	PGK _{short}	Probabilidad de situarse en el cuadrante verde del diagrama de Kobe ($SB > SB_{RMS}$ & $F < F_{RMS}$) en los años 1-10 (2024-2033)
		PGK _{med}	Probabilidad de situarse en el cuadrante verde del diagrama de Kobe ($SB > SB_{RMS}$ & $F < F_{RMS}$) en los años 11-20 (2034-2043)
		PGK _{long}	Probabilidad de situarse en el cuadrante verde del diagrama de Kobe ($SB > SB_{RMS}$ & $F < F_{RMS}$) en los años 21-30 (2044-2053)
		PGK	Probabilidad de situarse en el cuadrante verde del diagrama de Kobe ($SB > SB_{RMS}$ & $F < F_{RMS}$) en todos los años (2024-2053)
		PNOF	Probabilidad de no sobrepesca ($F < F_{RMS}$) durante todos años (2024-2053)
Seguridad	Debería haber un [5, 10, 15]% o menos de probabilidades de que el stock se sitúe por debajo de B_{LIM} ($0,4 * B_{RMS}$) en cualquier punto del periodo de evaluación de 30 años.	LRP	Probabilidad de superar el punto de referencia límite ($SB < 0,4 SB_{RMS}$) en cualquiera año (2024-2053)
Rendimiento	Maximizar los niveles de captura totales.	TAC1	TAC (t) en el primer año de implementación (2024)
		AvTAC _{short}	Mediana del TAC (t) durante los años 1-10 (2024-2033)
		AvTAC _{med}	Mediana del TAC (t) durante los años 11-20 (2034-2043)
		AvTAC _{long}	Mediana del TAC (t) durante los años 21-30 (2044-2053)
Estabilidad	Cualquier incremento o descenso en el TAC entre periodos de ordenación debería ser inferior al [25] %. [también probar sin limitación de estabilidad]	VarC	Variación media del TAC (%) entre ciclos de ordenación en todos los años y simulaciones.

Table 3. Resumen de los procedimientos de ordenación candidatos preseleccionados que se desarrollaron y probaron para la MSE del pez espada del Atlántico norte.

<i>Nombre</i>	<i>Tipo</i>	<i>Indicador de abundancia</i>	<i>Descripción</i>
CE	Empírico	Índice combinado	Intentos de mantener una tasa de explotación constante en el periodo de proyección, basándose en la tasa de explotación media de los últimos años históricos.
MCC5	Empírico	Índice combinado	La captura mayoritariamente constante 5 (MCC) se centra en intentar proporcionar un TAC estable. Para ello utiliza un TAC base que tiene la posibilidad de aumentar en un nivel y disminuir en dos niveles. Estos niveles se seleccionan en función del valor de la media actual de tres años del índice combinado en comparación con una media histórica de tres años (2017-2019). El TAC mínimo se fija en 4.000 t cuando la media actual de tres años del índice combinado es inferior a la mitad de la media histórica de tres años.
MCC7	Empírico	Índice combinado	La captura mayoritariamente constante 7 (MCC) se centra en intentar proporcionar un TAC estable. Para ello utiliza un TAC base que tiene la posibilidad de aumentar en cuatro niveles pequeños y disminuir en dos niveles. Estos niveles se seleccionan en función de un valor de la media actual de tres años del índice combinado en comparación con una media histórica de tres años (2017-2019). El TAC mínimo se fija en el 50 % del TAC base cuando la media actual de tres años del índice combinado es inferior a la mitad de la media histórica de tres años. Cuando se calcula la media de tres años del índice combinado, se utiliza un suavizador para reducir su variabilidad interanual.
SPSSFox	Modelo	Índice combinado	Un modelo de producción excedente de Fox con una norma de control de las capturas que reduce F cuando la biomasa estimada está por debajo del nivel objetivo.
FX4	Empírico	Índice combinado	El índice combinado se somete a un suavizador de la mediana de longitud 3 y, a continuación, los deciles del índice suavizado se comparan con la media de los tres años de datos más recientes para hallar el intervalo de percentil adecuado y el porcentaje de cambio de TAC asociado. El porcentaje de cambio de TAC ajusta un TAC base que varía según el objetivo de calibración PGK_short.

Tabla 4. Tabla de tipo patchwork que indica los valores de las mediciones del desempeño para cada uno de los CMP preseleccionados. Una versión interactiva de esta tabla está disponible en la aplicación [NSWO MSE Shiny](#) . Esta tabla muestra 12 configuraciones de CMP (hileras) y 10 mediciones del desempeño (columnas). La selección de los CMP y las mediciones del desempeño pueden adaptarse en la aplicación Shiny. Las celdas están sombreadas para indicar la gama de valores, y los colores más oscuros indican resultados más deseables para las distintas mediciones del desempeño. En esta Tabla, TAC1 se estima a partir de los OM. El valor final de TAC1 se calculará utilizando la actualización del índice combinado.

	MP	AvTAC_long	AvTAC_med	AvTAC_short	nLRP	PGK	PGK_med	PGK_short	PNOF	TAC1	VarC
	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All
1	CE_a	11655.14	11387.05	13446.71	0.96	0.53	0.51	0.51	0.68	13462.5	0.16
2	CE_b	11651.06	11292.16	12768.65	0.97	0.61	0.59	0.6	0.74	12858.27	0.15
3	CE_c	11555.8	11218.02	12158	0.98	0.69	0.68	0.7	0.79	12247.38	0.15
4	FX4_b	12324.66	12632.78	12940.89	0.99	0.6	0.57	0.6	0.71	12940.89	0.1
5	FX4_c	12084.33	12379.07	12379.07	1	0.71	0.7	0.7	0.82	12379.07	0.1
6	MCC5_b	11188.4	11188.4	13426.08	0.99	0.58	0.56	0.6	0.68	13426.08	0.06
7	MCC5_c	12854.07	12854.07	12854.07	1	0.7	0.68	0.7	0.8	12854.07	0.06
8	MCC7_b	11564.15	11564.15	13141.08	1	0.59	0.57	0.6	0.71	13141.08	0.09
9	MCC7_c	12505.21	12005	12505.21	1	0.7	0.69	0.7	0.81	12505.21	0.09
10	SPSSFox_a	11792.19	11819.34	13462.5	0.97	0.53	0.51	0.51	0.67	13462.5	0.17
11	SPSSFox_b	11680.82	11603.5	12753.58	0.99	0.63	0.62	0.6	0.75	13292.91	0.16
12	SPSSFox_c	11571.51	11473.42	12189.85	1	0.72	0.7	0.7	0.82	12521.77	0.15

Tabla 5. Resultados de las pruebas de una duración alternativa del ciclo de ordenación. Los CMP CE, FX4 y MCC7 se probaron con un ciclo de ordenación de cuatro años y se compararon con el intervalo de ordenación por defecto de tres años.

MP	Intervalo	PGK	Desembarques medios	VarC
CE	3	0,43	10955	0,18
CE	4	0,44	11074	0,18
FX4	3	0,56	11027	0,09
FX4	4	0,56	11020	0,11
MCC7	3	0,47	11226	0,1
MCC7	4	0,47	11199	0,12

Tabla 6. Los CMP CE, FX4 y MCC7 se probaron con un cambio mínimo de TAC de 200 t y se compararon con la versión por defecto, en la que no había un valor mínimo para el ajuste del TAC.

<i>CMP</i>	<i>Minimum TAC Change</i>	<i>PGK</i>	<i>Mean landings</i>	<i>VarC</i>
CE	None	0.43	10955	0.18
CE	200 t	0.43	10955	0.18
FX4	None	0.56	11027	0.09
FX4	200 t	0.56	11027	0.09
MCC7	None	0.47	11226	0.1
MCC7	200 t	0.47	11226	0.1

Figura 1. Gráficos de series temporales para una configuración de uno de los CMP (CE_a), que muestran la mediana (línea negra) y los percentiles 60, 70 y 90 (tonos de gris cada vez más claros, respectivamente) para F/F_{RMS} (arriba), SB/SB_{RMS} (centro) y el TAC (abajo) a lo largo del periodo de proyección de 30 años. Este gráfico muestra los resultados de los nueve modelos operativos de referencia. Hay otros gráficos disponibles para los modelos de robustez en la aplicación Shiny. Las mediciones de desempeño asociadas a esta configuración del CE_a CMP se muestran en las tablas que aparecen en la parte inferior izquierda de cada gráfico. Las líneas discontinuas de colores indican los intervalos de tiempo cortos (azul), medios (rojo) y largos (verde) utilizados en las mediciones de desempeño.

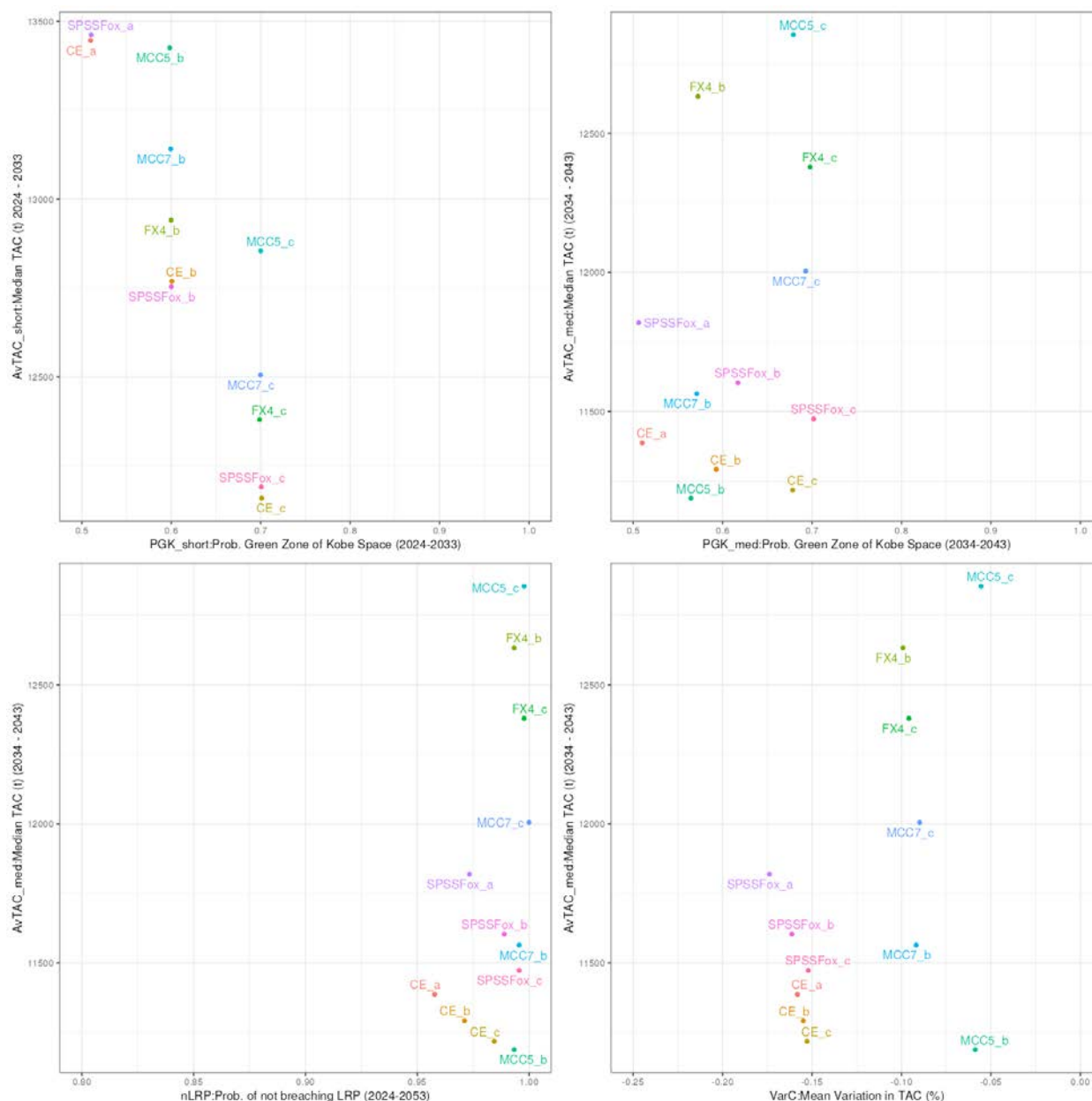


Figura 2. Ejemplo de un conjunto de gráficos de compensación de factores que muestra los resultados de 12 configuraciones de cinco CMP para los modelos operativos de referencia. Los gráficos muestran las compensaciones de factores entre la probabilidad de situar al stock en el cuadrante verde de la matriz de Kobe (PGK) en los primeros 10 años del periodo de proyección frente al TAC medio en este mismo periodo (arriba a la izquierda), la PGK en los años 11 - 20 frente al TAC medio en este mismo periodo (arriba a la derecha), la probabilidad de no rebasar el punto de referencia límite con respecto al TAC medio en los años 11 - 20 (abajo a la izquierda), y la variación media del TAC (mostrada como un valor negativo, de modo que los valores más bajos significan mayor variabilidad) frente a la mediana del TAC en el plazo medio (abajo a la derecha).

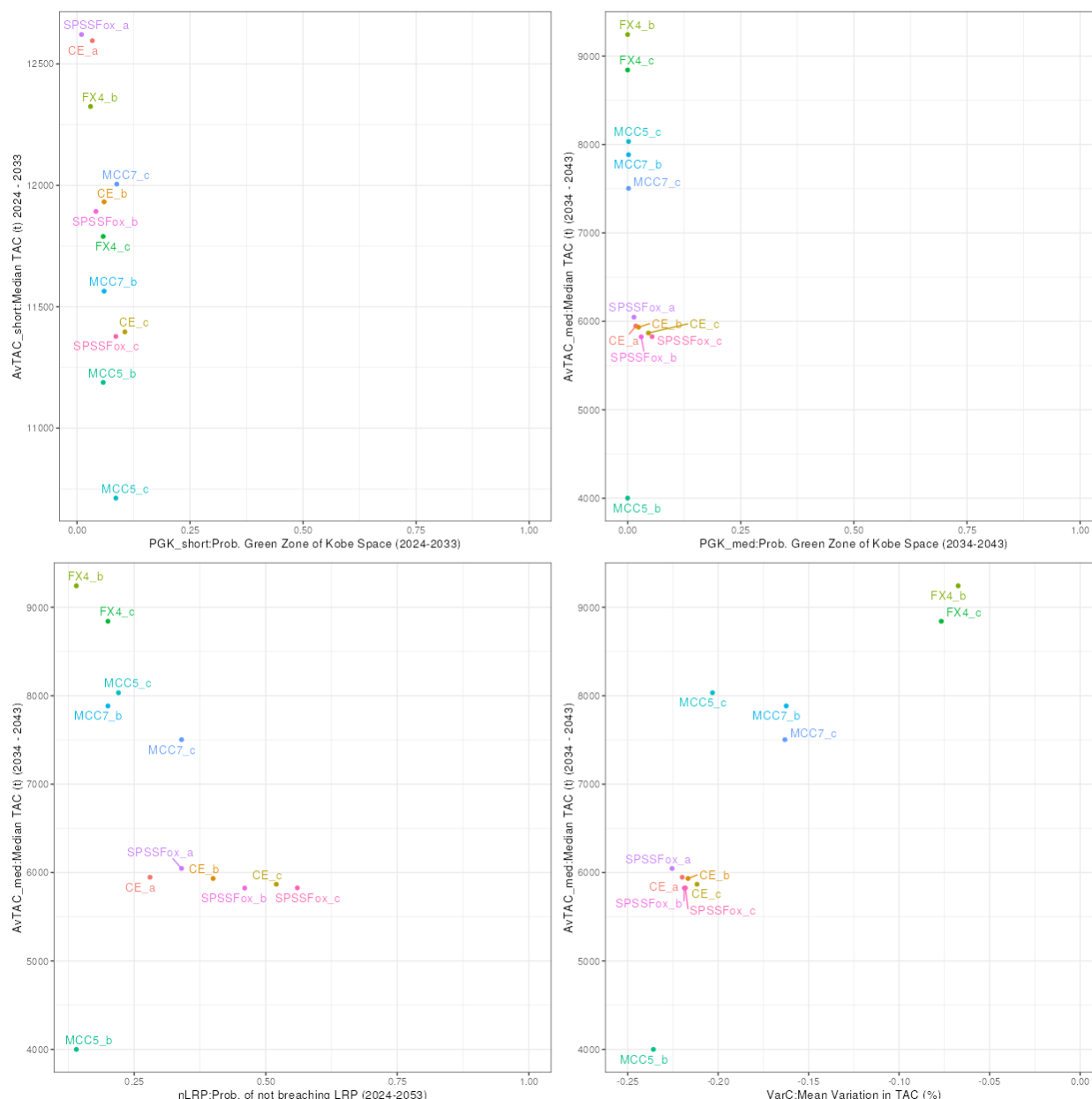


Figura 3. Ejemplo de un conjunto de gráficos de compensación de factores que muestra los resultados de 12 configuraciones de cinco CMP para el modelo operativo de robustez 3b (cambio climático). Los gráficos muestran las compensaciones de factores entre la probabilidad de situar al stock en el cuadrante verde de la matriz de Kobe (PGK) en los primeros 10 años del periodo de proyección frente al TAC medio en este mismo periodo (arriba a la izquierda), la PGK en los años 11 - 20 frente al TAC medio en este mismo periodo (arriba a la derecha), la probabilidad de no rebasar el punto de referencia límite con respecto al TAC medio en los años 11 - 20 (abajo a la izquierda), y la variación media del TAC (mostrada como un valor negativo, de modo que los valores más bajos significan mayor variabilidad) frente a la mediana del TAC en el plazo medio (abajo a la derecha).

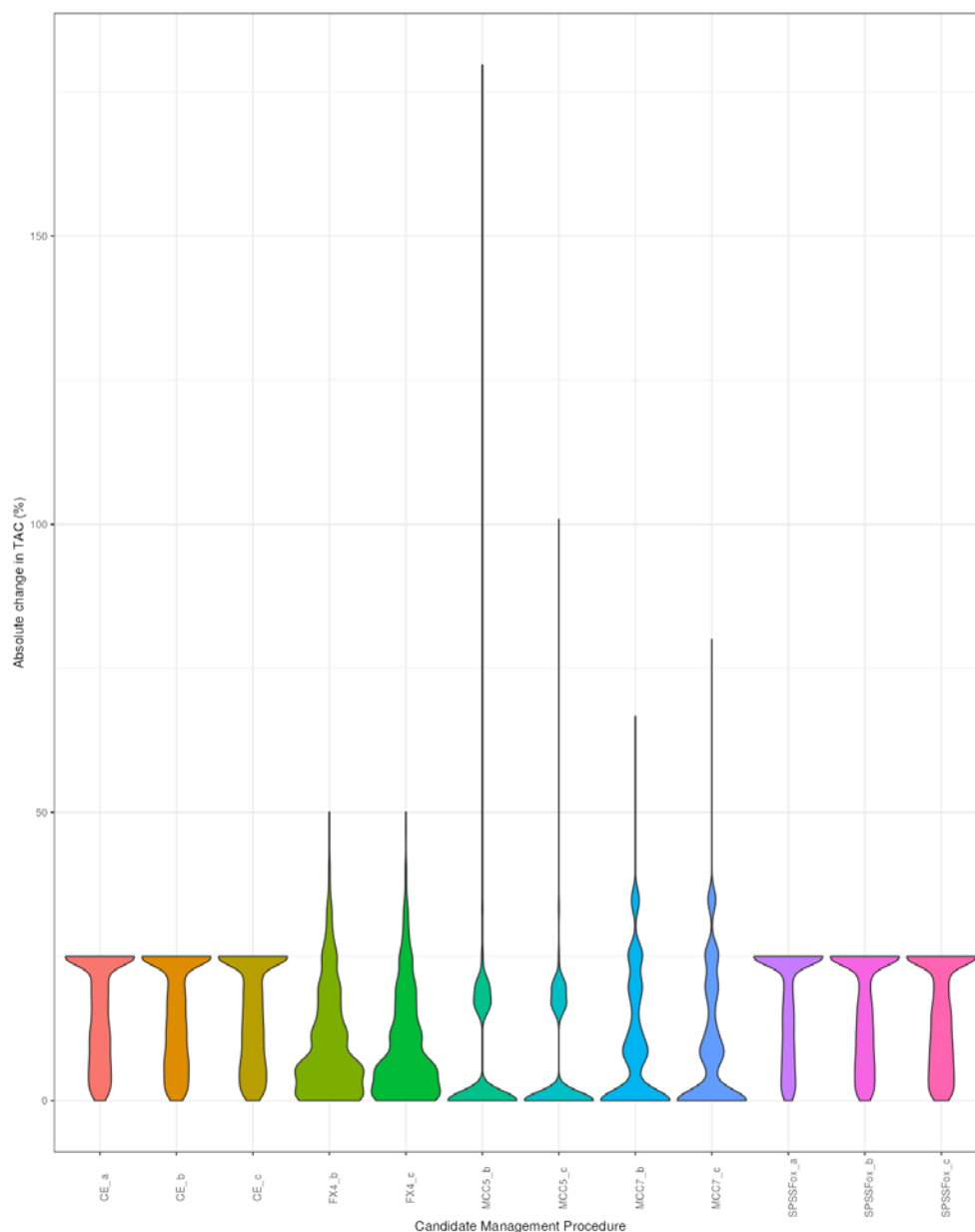


Figura 4. Ejemplo de gráfico de violín que muestra la distribución del cambio absoluto en el TAC (eje y) para cinco configuraciones de CMP (eje x). La anchura del gráfico de violín es proporcional a la frecuencia del cambio absoluto en el TAC (es decir, áreas más amplias significan que el valor es más común).