

**INFORME DE LA REUNIÓN INTERSESIONES DE 2022
DEL SUBGRUPO TÉCNICO SOBRE LA MSE PARA EL ATÚN ROJO**
(En línea, 3-6 de mayo de 2022)

1. Apertura de la reunión, adopción del orden del día, disposiciones para la reunión y designación de relatores

La reunión intersecciones de 2022 del Subgrupo técnico sobre la MSE para el atún rojo («el Grupo») se celebró en línea del 3 al 6 de mayo de 2022. El relator del stock de atún rojo del Atlántico oeste, Dr. John Walter (Estados Unidos), inauguró y presidió la reunión. El secretario ejecutivo y el presidente del SCRS, Dr. Gary Melvin (Canadá), dieron la bienvenida a los participantes. El presidente procedió a revisar el orden del día, que se adoptó con algunos cambios (**Apéndice 1**). Debido a limitaciones de tiempo, el Grupo se centró en los principales resultados de la reunión en este informe.

La lista de participantes se incluye en el **Apéndice 2**. La lista de documentos y presentaciones de la reunión se adjunta como **Apéndice 3**. Los resúmenes de todos los documentos y presentaciones SCRS presentados a la reunión se adjuntan en el **Apéndice 4**. Los siguientes participantes actuaron como relatores:

<i>Sección</i>	<i>Relatores</i>
Puntos 1, 9	A. Kimoto
Puntos 2-4	C. Peterson
Puntos 5-7	S. Miller
Punto 8	T. Carruthers

2. Resumen de los desarrollos del Grupo de especies de atún rojo (BFTSG) sobre la MSE para el atún rojo del Atlántico

2.1 Actualización

El Grupo tomó nota de que los resúmenes de los principales avances y los progresos actuales en la MSE para el atún rojo realizados por el BFTSG pueden encontrarse en el breve documento “Communications 4-pager” (Anón. 2022, **Apéndice 7**). En la actualidad se siguen respaldando ocho procedimientos de ordenación candidatos (CMP).

Los diagramas de tipo *patchwork* se destacaron como la base principal para la comparación de los CMP. Se identificó un valor para B_{lim} (40 % de la SSB_{RMS} dinámica); lo que incluye una estadística de desempeño asociada (LD^* : merma más baja en los años 11-30). En la reunión intersecciones de 2022 de la Subcomisión 2 (9-10 de mayo de 2022), el SCRS espera que la Subcomisión 2 tome una decisión sobre una probabilidad de no caer por debajo de B_{lim} . También se señaló que los desarrolladores de los CMP tienen autonomía para retirar los CMP a su discreción.

2.2 Actualizaciones del consultor de la MSE

El consultor de la MSE presentó las actualizaciones de los resultados desde la última reunión técnica y los desempeños de los CMP revisados (SCRS/P/2022/021). Se han añadido nuevas mediciones del desempeño al paquete ABTMSE (v. 7.6.4) que incluyen POF, PNOF, PGK, PNRK, AvC20 y Br20 (véase Anón. 2022, Apéndice 6 TSD para las descripciones); la aplicación Shiny (<https://apps.bluematterscience.com/ABTMSE Performance/>) se actualizó en consecuencia.

El consultor de la MSE presentó los resultados estocásticos actualizados para el nivel de calibración 2a (es decir, $Br_{30}=1,25$ para el oeste y $Br_{30}=1,5$ para el este). El Grupo señaló además la importancia de presentar a los gestores y a las partes interesadas gráficos de la biomasa reproductora y, sobre todo, de la trayectoria de los TAC, ya que proporcionan una información más completa sobre el comportamiento global de cada CMP.

El Grupo expresó su preocupación por el hecho de que el desempeño de los CMP pudiera ser irrealmente optimista debido a la omnisciencia (es decir, un conocimiento profundo de la matriz de los OM de referencia

para las pruebas), en cuyo caso los CMP diseñados con un conocimiento de la matriz de los modelos operativos (OM) de referencia "arena de pruebas" podrían alcanzar un desempeño irrealmente alto que no se reproduciría para los escenarios fuera de la matriz. Hasta la fecha, el consultor de la MSE no ha encontrado pruebas de omnisciencia en ningún CMP.

2.3 Paradigma de la MSE versus paradigma de la mejor evaluación

El Grupo insistió en la distinción entre los paradigmas de la MSE y de la mejor evaluación. La MSE es sobre todo una "prueba de esfuerzo", y no necesariamente la mejor predicción del futuro. En consecuencia, cabe esperar que muchos CMP presenten una mayor variabilidad en las estadísticas de desempeño resultantes dentro del paradigma de la MSE, ya que están probando la robustez, en lugar de intentar caracterizar los resultados más plausibles o probables, como sería el caso de una evaluación estándar de stock. A diferencia de la mayoría de las evaluaciones que están diseñadas para pronosticar las condiciones futuras más probables, la MSE está específicamente diseñada para abarcar una amplia gama de escenarios. Los escenarios más plausibles constituyen la matriz de referencia sobre la que se prueban los CMP. Los escenarios menos probables, pero importantes, se convierten en pruebas de robustez o en obstáculos adicionales sobre los que se prueban los CMP. No se trata necesariamente de situaciones de éxito-fracaso, pero proporcionan un contexto crítico para los posibles puntos en los que fallen los CMP. Por lo tanto, los resultados de la MSE para ciertas estadísticas de desempeño, aunque con nombres similares, podrían no ser comparables a sus homólogos de mejor evaluación.

3. Trabajo no finalizado de la reunión del grupo de especies de atún rojo

3.1 Nivel de calibración de los CMP

Cuatro de los CMP se habían calibrado con cada uno de los cuatro niveles de calibración (es decir, oeste 1,25 - este 1,25, oeste 1,25 - este 1,5, oeste 1,5 - este 1,25 y oeste 1,5 - este 1,5). En todos estos niveles de calibración, se mantuvieron en gran medida las clasificaciones relativas de los CMP para varias estadísticas clave de desempeño. En consecuencia, como se había indicado en reuniones anteriores, el Grupo sigue opinando que no es necesario decidir el nivel de calibración en este momento porque las clasificaciones relativas de los CMP no cambian mucho para la calibración alternativa.

3.2 Efecto de los límites alternativos en el cambio de TAC

La Subcomisión 2 solicitó que los desarrolladores evaluaran los escenarios de restricción de cambio de TAC de: +20 %/-30 %; +20 %/-20 %; +20 %/-10 % y sin límites, pero dejó la priorización de éstos a los desarrolladores para determinar cuál podría ser una asignación realista de recursos a estas pruebas.

Un desarrollador de CMP evaluó los resultados en todos los escenarios de cambio de % de TAC solicitados para el segundo nivel de calibración (**Figuras 1 y 2**). Permitir un mayor porcentaje de cambio en los TAC permitió aumentar la seguridad, en gran medida porque el CMP podía responder más rápidamente a las disminuciones de la biomasa. Por otro lado, la flexibilidad ilimitada en el cambio de TAC dio lugar a fluctuaciones bastante extremas en el TAC, que probablemente estén fuera de los rangos deseables.

Un desarrollador adicional de CMP también evaluó el equilibrio entre seguridad y estabilidad explorando los escenarios de cambio de TAC de +20 %/-20 %, +20 %/-30 % y +50 %/-50 %. De forma similar a los resultados resumidos anteriormente, el hecho de permitir una mayor variabilidad en los cambios de TAC supuso una mejora de la seguridad, debido a una mayor respuesta a las disminuciones de TAC, pero no dio lugar a mejoras apreciables en el desempeño y supuso un coste sustancial para la estabilidad del rendimiento.

El SCRS señala que en los dos CMP evaluados la restricción de +20 %/-30 % en el cambio de TAC proporciona un compromiso útil, que permite una seguridad adecuada así como una estabilidad aceptable en el rendimiento.

3.3 Presentación del índice

El Grupo ha escuchado muchas preocupaciones sobre la composición del conjunto de índices que se utilizaron como valores de entrada para los CMP. En consecuencia, el Grupo escuchó una presentación del coordinador del Subgrupo técnico sobre índices de abundancia de atún rojo para explicar por qué algunos índices no fueron respaldados por el Subgrupo técnico sobre la MSE para el atún rojo con miras a su inclusión en los CMP. Hubo dos índices (es decir, CAN GSL HL y US RR >177) que se ajustaron mal (**Figura 3**) en el condicionamiento de los OM (lo que incluye el hecho de tener una desviación estándar y una autocorrelación elevadas (**Tabla 1**), fuertes patrones residuales (**Figura 4**), y el mayor conjunto consecutivo de ensayos residuales para cada OM). En consecuencia, se determinó que estos índices infringían el supuesto de que eran proporcionales a la biomasa total del stock a lo largo del periodo histórico y, por lo tanto, estos índices no podían proyectarse de forma fiable para la MSE. Por lo tanto, no se recomendó su uso para los CMP empíricos, ya que su falta de fiabilidad predictiva significaba que no podían utilizarse para las pruebas de simulación.

El Grupo hizo hincapié en que la inclusión o exclusión del índice para su uso en los CMP no es un punto de decisión para la Subcomisión 2. La Subcomisión 2 tendrá la capacidad de seleccionar los CMP en función de la composición de los índices utilizados en ellos, si así lo desea. La demostración del proceso de selección de índices para la consideración de los CMP se incluirá como material extra para la presentación a la Subcomisión 2, en caso de que se solicite más información de contexto.

3.4 Circunstancias excepcionales

El Grupo observó que los rangos de los índices resultantes de las simulaciones de la MSE se medirían y servirían para identificar las circunstancias excepcionales. Si, tras la implementación del MP, un índice queda fuera de ese rango de valores generados en la MSE, se produciría una circunstancia excepcional. Las disposiciones sobre circunstancias excepcionales se debatirán y desarrollarán más en 2023, tras la aceptación final de un MP por parte de la Comisión.

3.5 Pruebas de sensibilidad para ponderar los sistemas y otras pruebas de robustez

Se propuso un nuevo esquema de ponderación de la sensibilidad de la matriz de referencia, que refleja la ponderación alternativa de los escenarios de reclutamiento. La propuesta era:

- Esencialmente supuestos de reclutamiento a largo plazo (años 11-30) con la misma ponderación: R1 30 %, R2 50 %, R3 20 %. El objetivo era evaluar la sensibilidad del desempeño de los CMP a esquemas alternativos de ponderación de las hipótesis de reclutamiento.

Los resultados de desempeño de los CMP se volverían a ponderar en la aplicación Shiny utilizando las calibraciones de los CMP existentes.

Se desarrollará un método de comparación mediante pruebas de robustez para identificar fácilmente los CMP que tienen un desempeño diferente. Esto podría lograrse mediante una simple diferencia porcentual con respecto a las estadísticas primarias de desempeño. Este examen se llevará a cabo una vez que se hayan identificado los CMP con mejor desempeño. En ese momento, el Grupo tendrá que determinar qué pruebas de robustez deben presentarse a la Comisión, centrándose en la forma en que el desempeño sometido a pruebas de robustez formará parte de la selección de un conjunto final de MP. Si el BFTSG identificara otras pruebas de robustez que pudieran ser necesarias, éstas podrán considerarse una vez que se obtengan los CMP con mejor desempeño.

4. Cambios adicionales en los CMP

Las actualizaciones/revisiones de los CMP fueron proporcionadas por cada desarrollador de CMP. Las descripciones matemáticas están disponibles en el **Apéndice 5**.

- FZ / EH: FZ utiliza un índice conjunto para mejorar el desempeño; se proporcionará una descripción matemática actualizada. Tenga en cuenta que FZ actualizado está indicado como "EH"

en la aplicación Shiny v7.6.4, 2022-05-03, pero sustituirá al FZ en adelante. El CMP actualizado difiere de la versión anterior en los siguientes aspectos:

- Oeste:
 - o El indicador de SSB se ha modificado para que la escala de biomasa dependa de CAN SWNS RR y no de US-MEX GOM PLL;
 - o Los años de referencia para la biomasa son ahora de 2021 a 2016;
 - o El valor de referencia de la biomasa se ajusta según la tendencia compuesta de los índices US RR 66-144, CAN SWNS RR y US-MEX GOM PLL (que son, respectivamente, índices de peces pequeños, medianos y grandes). Para cada índice se calcula la media de los tres años más recientes para determinar la media global. Asimismo se calcula una media global para el periodo de referencia, y la ratio entre el periodo actual y el de referencia se utiliza para escalar el valor de la biomasa de referencia.
- Este
 - o No hay sustituciones de índices para el este, y se aplica el mismo enfoque descrito anteriormente utilizando la prospección W-MED LAR para el valor de referencia de la biomasa; la tendencia compuesta se basa en la prospección FR AER, JPN LL NEAt12 y la prospección W-MED LAR.
- LW: no se ha actualizado la matemática; se ha vuelto a poner a punto con el paquete actualizado; el desarrollador ha destacado la compensación de factores entre la estabilidad y la seguridad.
- PW: el CMP PW se ha actualizado para incorporar las abundancias relativas del este en la medida de la abundancia relativa del oeste. La ponderación de la abundancia del este en el oeste se incrementó desde la última reunión para reducir el descenso inmediato en las capturas del oeste. Véase la descripción matemática actualizada para más detalles.
- TC/AI: no se han actualizado las matemáticas; se ha vuelto calibrar con el paquete actualizado.
- TN: sin cambios; cambio de TAC a la baja admisible del 10 %, tal y como solicitó la Subcomisión 2.
- EA: descripción matemática actualizada proporcionada.
- BR: véanse los documentos del SCRS (SCRS/2022/087 y SCRS/2022/088); se han modificado los valores de los parámetros de control para obtener un mejor desempeño; en concreto, se suaviza la trayectoria de las capturas comenzando con una mortalidad por pesca prevista más elevada que se reduce posteriormente durante los primeros 5-10 años. Los índices canadiense y estadounidense se han ponderado al alza involuntariamente, pero esto ha tenido poca repercusión en los resultados del CMP. El SCRS/2022/088 informa de este impacto del cambio en la ponderación del índice, aunque no se deberían sacar conclusiones precipitadas de esta única comparación de un cambio de ponderación.

Se dio la palabra a los desarrolladores de CMP para que debatieran los retos y las estrategias de mejora para continuar el desarrollo. Los temas discutidos incluyeron las tácticas para mejorar la seguridad y la estabilidad, la utilización de un enfoque de introducción gradual, y que los comentarios de las partes interesadas serían útiles para avanzar.

REUNIÓN INTERSESIONES MSE BFT - EN LÍNEA 2022

Procedimientos de ordenación candidatos (CMP), se indica en **rojo** aquellos cambios que se han producido desde la reunión de la Subcomisión 2 de marzo de 2022.

CMP	Índices usados		Fórmulas para calcular los TAC	Referencias
	ESTE	OESTE		
EH	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 $F_{0,1}$ específico del stock y una estimación de CAN SWNS RR para el oeste y de W-MED LAR SUV para el este.	SCRS/2020/144 SCRS/2021/122
AI	Todos	Todos	El MP de inteligencia artificial que pesca la biomasa regional 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 relativa para un año de referencia (2018) aplicados a la media móvil de 2 años de un índice maestro combinado de abundancia. En los últimos refinamientos, los rangos de ponderación de los índices individuales se han reducido, dando lugar a la mejora en el desempeño. Más recientemente aún, se ha introducido cierta dependencia temporal limitada en las fórmulas de TAC para permitir una transición más suave de los TAC actuales a los que se generarán en los años iniciales de la aplicación del MP.	SCRS/2021/121 SCRS/2021/152 SCRS/2022/082
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 JPN LL NEAtl	GOM LAR SUV MEXUS_LL	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/2021/127
NC	MOR POR TRAP	US-MEX GOM PLL	Descartado	SCRS/2021/122
PW	JPN LL NEAtl2 W-MED LAR SUV	US-MEX GOM PLL 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/2021/155 SCRS/2022/078
TC	MOR POR TRAP JPN LL NEAtl2 W-MED LAR SUV GBYP AER SUV BAR	US RR 66-144	El TAC se ajusta en base a F/F_{RMS} y B/B_{RMS}	SCRS/2020/150 SCRS/2020/165
TN	JPN LL NEAtl2	JPN LL West2	Los TAC de ambas zonas se han calculado a partir de sus respectivas medias móviles de JPN LL.	SCRS/2020/151 SCRS/2021/041 SCRS/2022/074

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 carrito 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.

5. Camino a seguir en el proceso de la MSE para el atún rojo

Tal y como se debatió durante la reunión de preparación de datos sobre el atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo de 2022 (incluida la MSE para el atún rojo) (Anón. 2022) en la Tabla 2 se expone el camino a seguir para la MSE en lo que queda de año.

El camino a seguir más allá de la adopción del MP implica esbozar una serie de pasos futuros clave que incluirán:

1. Aplicación rutinaria del MP en plazos preestablecidos (actualmente dos años)
2. Especificación de las disposiciones de circunstancias excepcionales que describen las situaciones en las que se puede anular el MP, por ejemplo, el análisis de los indicadores, los índices están fuera de los rangos probados, la imposibilidad de actualizar un índice durante varios años, las catástrofes naturales u otras situaciones, tanto previstas como imprevistas, que impiden la implementación del MP. Como ha sido una práctica habitual, el Grupo de especies de atún rojo considerará la posibilidad de realizar revisiones anuales de los índices de abundancia.
3. Se realizarán «evaluaciones de stock» menos frecuentes en un intervalo predeterminado como controles de "salud o estado" y para aportar información al acondicionamiento para la revisión del MP. El formato y la naturaleza exactos de estas evaluaciones están aún por determinar, pero no serán críticamente necesarias para fijar los TAC.
4. Revisión del procedimiento de ordenación y acondicionamiento de la MSE, lo que incluye el reajuste a los nuevos datos y la incorporación de nueva información o metodología, como la ciencia innovadora. Esto también podría ser provocado por la entrada en juego de las circunstancias excepcionales.

Las posibles fechas para los eventos mencionados podrían ser similares a las de la Tabla 3 en Anón. 2022, siendo el calendario exacto de las evaluaciones de stocks y del acondicionamiento de la MSE un punto de decisión para la Comisión bajo el asesoramiento del SCRS.

6. Material para la reunión de la Subcomisión 2

6.1 Puntos de decisión clave para la Subcomisión 2

- a) Aprobación por parte de la Subcomisión 2 de los objetivos de ordenación operativos y de las estadísticas de desempeño
- b) Aprobación por parte de la Subcomisión 2 del proceso de calibración del desarrollo y de calibración del desempeño
- c) Recomendaciones del Grupo de especies de atún rojo para el proceso de reducción (selección) de los CMP para retener un subconjunto reducido para su posterior consideración

Folleto de 1 página/Folleto de 4 páginas/Resumen de la presentación del proceso de MSE para el atún rojo

El folleto de 4 páginas (**Apéndice 6**) se ha presentado a la reunión intersesiones de la Subcomisión 2 de 2022 (9-10 de mayo de 2022) como documento oficial, y se concibió para facilitar el proceso de toma de decisiones. Sobre la base de las discusiones del Grupo en esta reunión (por ejemplo, la ponderación de las estadísticas de desempeño, el período de introducción), se hicieron varias revisiones sustanciales a la versión del BFTSG de abril de 2022 del folleto de 4 páginas (Anón. 2022, Apéndice 7), para que el resumen revisado sea traducido y transmitido a la Subcomisión 2 lo antes posible. El documento «Contexto y estructura» (PA2_24/2022) de la reunión intersesiones de 2022 de la Subcomisión 2 (1-3 de marzo de 2022) sigue siendo válido, y también se publicará como documento de la reunión. En esta fase no se desarrollará un folleto de 1 página.

En particular, se identificaron los siguientes puntos principales de decisión para la reunión intersecciones de 2022 de la Subcomisión 2 (9-10 de mayo de 2022), junto con algunos otros puntos de debate enumerados:

- Perfilar los objetivos de ordenación operativos
- Aprobar un proceso de dos pasos para el desarrollo del CMP y los procesos de calibración del desempeño.
- Aprobar un proceso de eliminación de los CMP.
- Ponderar las estadísticas clave de desempeño para esta fase del proceso (calibración de desarrollo).
- Desarrollar un proceso para obtener los comentarios de las partes interesadas.

Se elaboraron dos presentaciones para la reunión intersecciones de 2022 de la Subcomisión 2 (9-10 de mayo de 2022), como se comenta en la sección 7.

6.3 Selección de CMP

El Grupo debatió el proceso de selección de los CMP que no cumplen los criterios de "satisfaciente" ("obligatorios"). Los criterios de "satisfaciente" se concretarán con la identificación de los objetivos de desempeño operativo. El Grupo observó que cualquier CMP con $LD^* < 0,4$ en el percentil determinado por la Subcomisión 2 probablemente sería eliminado según los criterios de "satisfaciente". En particular, como señaló la Subcomisión 2 en el informe de la reunión intersecciones de 2019 de la Subcomisión 2 (del 4 al 7 de marzo de 2019), "no debería existir más de un 15 % de posibilidades de que el stock caiga por debajo de BLIM en cualquier punto del periodo de evaluación de 30 años". En consecuencia, se instó a los desarrolladores a cumplir con $LD^* 15\% \geq 0,4$, en particular si no cumplen ya este criterio. Los desarrolladores de CMP deberían considerar si sus CMP pueden perfeccionarse para cumplir con los criterios de "satisfaciente" y, en caso contrario, estos CMP podrían ser eliminados de la consideración posterior, ya sea por los desarrolladores o por la Subcomisión 2.

El Grupo debatió la posible necesidad de celebrar otra reunión con la Comisión (entre mayo y septiembre de 2022) para tomar decisiones adicionales en relación con la reducción inicial de los CMP a 2-4 candidatos restantes. Se estudió la necesidad de celebrar una reunión adicional de la Subcomisión 2 sobre este tema en contraste con la comunicación informal y el perfeccionamiento del proceso de toma de decisiones en la reunión de mayo. En lugar de otra reunión más adelante en el año y dada la gran preocupación por la carga de trabajo, el Grupo acordó ser lo más eficiente posible para proporcionar a la Subcomisión 2 puntos de decisión claros, lo que incluye una propuesta para definir un proceso de selección, en la reunión intersecciones de 2022 de la Subcomisión 2 (9-10 de mayo de 2022). Las reuniones de embajadores previstas para este año servirán para poner al día a los miembros de la Subcomisión 2 sobre los progresos realizados y para responder a sus preguntas. El Grupo también acordó que sería beneficioso añadir un segundo día a la 4ª reunión intersecciones de la Subcomisión 2 sobre MSE para el atún rojo (14 de octubre de 2022).

7. Material de comunicación/de los embajadores

7.1 Diagramas y resultados clave

7.1.1 Medición del desempeño

Se añadieron nuevas mediciones del desempeño, que incluyen POF, PNOF, PGK, PNRK, AvC20 y Br20 (véase Anón. 2022, Apéndice 6 TSD para las descripciones) al paquete ABTMSE actualizado (v. 7.6.4), y la tasa de captura relativa media ($U_{bar} = U/U_{RMS}$) y la proporción de años en que la tasa de captura relativa se sitúa por encima de 1 a lo largo de 30 años (POF30) se reflejarán en las aplicaciones Shiny actualizadas. Esto requerirá que todos los desarrolladores recopilen sus resultados de CMP para incluir estas estadísticas en una versión actualizada del paquete.

Para una descripción completa de todas las estadísticas de desempeño existentes, véase la Tabla 1.,1 del TSD (Anón. 2022, Apéndice 6).

7.1.2 Materiales de presentación

El Grupo utilizó la demostración en vivo de la aplicación Shiny del desarrollador de CMP para demostrar el uso de los diagramas de gusano. Cabe destacar que los diagramas de gusano (o diagramas de espagueti) difieren de los diagramas de trayectorias de la mediana al presentar múltiples iteraciones de series temporales de proyecciones de un único OM (véase la pestaña "By Sim Proj" en la aplicación Shiny). El Grupo respaldó la presentación de los diagramas de gusano a la Subcomisión 2.

El Grupo también utilizó esta demostración para ilustrar los diagramas de trayectorias de la mediana y de gusano según diferentes escenarios de reclutamiento. En concreto, el Grupo destacó el "efecto supermán" (un fuerte reclutamiento actual en el este) y su efecto asociado sobre las trayectorias en el escenario de reclutamiento 1, que debe contrastarse con los reclutamientos más bajos estimados en el nivel de reclutamiento 2, que dan lugar a una disminución de las capturas proyectadas a corto plazo. El Grupo observó que la diferencia clave entre las evaluaciones típicas de stock y la MSE consiste en que las proyecciones de MSE tienen como finalidad probar y seleccionar los CMP. El asesoramiento definitivo sobre el TAC viene determinado por los valores de los índices y la capacidad de respuesta del CMP seleccionado para estos índices una vez que sus valores estén disponibles. Por lo tanto, la razón de los múltiples escenarios de reclutamiento diferentes es garantizar que los CMP sean probados para evaluar si son robustos frente a estos escenarios de reclutamiento, en el caso de que ocurran. Para mejorar la transmisión de esta distinción, el Grupo apoyó la separación de las trayectorias de los CMP por escenario de reclutamiento para su presentación a la Subcomisión 2 (**Figura 5**), con el fin de demostrar la robustez y adaptabilidad de los CMP a diversas condiciones futuras plausibles.

Además, el Grupo señaló que el actual periodo de proyección de 50 años mostrado en la aplicación Shiny podría ser más largo de lo necesario (o fiable) y, por ello, propuso recortar el periodo de proyección a 35 años en el futuro para cubrir el periodo evaluado por las estadísticas clave de desempeño, incluida la tendencia de sobrepescado (OFT).

7.1.3 Diagramas de gusano

Los diagramas de gusano son útiles porque muestran las trayectorias que podrían darse y cómo variarían esas trayectorias con el CMP (**Figura 5**). Los diagramas demuestran claramente la variabilidad de las trayectorias de los TAC y la biomasa que podrían producirse con un CMP y uno o varios modelos operativos. Aunque los diagramas de gusano son útiles para ayudar a entender el desempeño de los CMP, se plantearon preguntas sobre cómo se utilizarían estos diagramas dentro del proceso de selección de los CMP. Se señaló que estos diagramas serán más útiles cuando las CMP se hayan reducido a un número menor. Una vez que haya menos CMP para comparar, será más fácil comparar de forma significativa los diagramas de su desempeño relativo de capturas a lo largo del tiempo. Los diagramas de gusano fueron fundamentales para la selección final de los MP en la CCSBT (Comisión para la Conservación del Atún Rojo del Sur), donde, entre otras cosas, el MP seleccionado tenía una trayectoria de la mediana del TAC cercana a la zona media del rango del diagrama de gusanos.

El Grupo solicitó ver los diagramas de gusano para los escenarios de reclutamiento para un solo CMP. Los diagramas de gusano específicos de los escenarios de reclutamiento mostraron que la variabilidad de las series temporales era en gran medida resultado de la dinámica de reclutamiento. Para una interpretación adecuada de estos diagramas de gusano, el Grupo señaló que era importante: (1) ver los diagramas desde la óptica de una dinámica de dos áreas/multistock, en la que la captura del oeste también refleja la biomasa del stock del este debido a la mezcla, y (2) considerar que los diagramas de gusano SSB se presentaron utilizando la ratio SSB dinámica en lugar de la biomasa bruta; los diagramas de gusano SSB presentados utilizando la biomasa bruta serían más variables y reflejarían mejor las capturas observadas, pero el uso de la ratio SSB dinámica proporciona un mejor reflejo del estado del recurso.

7.1.4 Diagramas de tipo de patchwork

Los diagramas de tipo patchwork fueron objeto de un amplio debate, ya que el Grupo preveía que estos diagramas serían la herramienta principal para la toma de decisiones. El Grupo destacó que los CMP son un "paquete de medidas", lo que significa que debe seleccionarse el mismo CMP para las zonas este y oeste.

Los diagramas de tipo *patchwork* deben tener un formato adecuado para reflejar la clasificación de los CMP y los criterios de "satisficing", lo que incluye la consideración explícita del esquema de colores para las estadísticas de desempeño que están por debajo de los criterios de "satisficing"; la selección de las mediciones de desempeño (columnas) incluidas en cada diagrama; la redundancia, la ponderación y la importancia de cada medición con respecto a la selección de los CMP; y las columnas (mediciones de desempeño) que deben ser coloreadas o no.

Colores del diagrama de tipo patchwork

El color de los diagramas de tipo *patchwork* también ha sido motivo de preocupación, y el Grupo acogió con satisfacción las propuestas de nuevos esquemas de color. Finalmente, el Grupo seleccionó el siguiente esquema de color por defecto:

- Se propuso un esquema monocolor en el que los resultados se ordenan con diferentes tonos del mismo color. Sin embargo, se descartó el verde como color, porque lleva implícito un "buen" desempeño. El azul o el gris se consideraron alternativas aceptables.

El consultor de la MSE señaló que, si se desea, se podrían incorporar a la aplicación Shiny otras opciones de color.

Correlaciones de las mediciones del desempeño del diagrama de tipo patchwork

El Grupo encargó a un pequeño grupo que perfilara la composición de los diagramas de tipo *patchwork* para reflejar mejor los objetivos de ordenación establecidos (estado, seguridad, estabilidad, rendimiento) y para reducir la redundancia de los parámetros de desempeño dentro del diagrama. El Grupo acordó incluir cinco estadísticas de desempeño diferentes en el diagrama de tipo *patchwork* primario (**Figura 6**), a saber, PGK (media), AvC10 (50 %), AvC30 (50 %), VarC (50 %) y LD (15 %). Se propusieron tres ejemplos de esquemas de ponderación para la clasificación de los CMP con miras a su presentación a la Subcomisión 2.

Esquema de ponderación	Estado PGK (media)	Rendimiento a corto plazo AvC10 (50 %)	Rendimiento a largo plazo AvC30 (50 %)	Estabilidad VarC (50 %)	Seguridad: LD* (% Por determinar)
Por defecto: Igual en rendimiento, estabilidad y seguridad.	0	0,5	0,5	1	1
Sensibilidad 1: Doble ponderación de seguridad	0	0,25	0,25	0,5	1
Sensibilidad 2: Doble ponderación de rendimiento	0	1	1	1	1

Se elaboró un segundo diagrama de tipo *patchwork* (**Figura 7**) para mostrar otras estadísticas de desempeño importantes, sin preocuparse por las correlaciones entre ellas: C1 (50 %), AvC20 (50 %), Br20 (50 %), AvgBr (50 %), Br30 (5 %), LD (5 %), LD (10 %), POF (media), PNRK (media), OFT (P>0).

Estadísticas resumidas del diagrama de tipo patchwork

El Grupo señaló que la Subcomisión 2 había solicitado que el SCRS no tomara decisiones sobre cómo deberían clasificarse los CMP en función de su desempeño con respecto a los objetivos de ordenación ni presentara una estadística que reflejara dichas clasificaciones, ya que las decisiones sobre cómo priorizar los objetivos de ordenación son competencia de la Subcomisión 2. No obstante, el Grupo acordó que la presentación de los resultados debía ser lo más clara posible para facilitar las decisiones de la Subcomisión 2. Para ello, como se ha señalado anteriormente, el Grupo decidió presentar a la Subcomisión 2 tres ejemplos de esquemas de ponderación a título ilustrativo. En ese contexto, el Grupo acordó que era apropiado mostrar una estadística de

clasificación resumida específica para cada ejemplo de esquema de ponderación particular. El consultor de la MSE aceptó añadir una opción para ver esta estadística (TOTAL) en la aplicación Shiny.

Como el segundo diagrama de tipo *patchwork* (**Figura 7**) contiene múltiples estadísticas de desempeño correlacionadas (**Figura 8**), no se incluyó ninguna estadística de resumen. En cambio, los CMP se ordenaron de acuerdo con el diagrama de tipo *patchwork* primario (**Figura 6**).

Los diagramas de tipo *patchwork* actualizados pueden encontrarse en la aplicación Shiny actualizada (https://apps.bluematterscience.com/ABTMSE_Performance2/).

Desarrollo de la presentación a la Subcomisión 2

Los relatores de atún rojo solicitaron la opinión del Grupo de especies de atún rojo sobre una serie de cuestiones relacionadas con la presentación del material. El propósito de esta solicitud era valorar si el material inicial podía ser útil para transmitir los puntos clave e identificar los temas clave que pudieran surgir en la Subcomisión 2. El presidente preguntó específicamente sobre las perspectivas relacionadas con cómo podría interpretarse la compensación de la estabilidad de las capturas y las ventajas de un "período de introducción" para reducir los grandes cambios inmediatos (especialmente a la baja) en los TAC tras la aplicación del CMP. Algunos participantes comentaron que la estabilidad de las capturas sería importante y una característica deseada de los CMP, siempre que no comprometa otros desempeños. En particular, puede ser conveniente un período de introducción de los TAC si hay poca pérdida de desempeño general.

El equipo de comunicaciones de atún rojo preparó el material de presentación y este se ha publicado junto con el material de la reunión.

7.3 Programa de embajadores de la MSE para el atún rojo

Las sesiones de embajadores están programadas provisionalmente para julio y octubre de 2022. Se observó que se dedica mucho tiempo y esfuerzo a la planificación y convocatoria de las sesiones de embajadores, por lo que es necesario que queden claros los objetivos de las dos series diferentes de embajadores.

8. Actualización del documento de especificación de pruebas (TSD)

El TSD se actualizó para reflejar las estadísticas de desempeño revisadas en la reunión de preparación de datos sobre el atún rojo del Atlántico este y el Mediterráneo de 2022 (incluida la MSE para el atún rojo) (18-26 de abril de 2022) (Anón. 2022, Apéndice 6), que incluye una descripción de cómo se calcula U_{RMS} . La descripción de los índices fue actualizada para reflejar los nuevos datos disponibles.

9. Adopción del informe

El informe de la reunión intersecciones de 2022 del Subgrupo técnico de ICCAT sobre la MSE para el atún rojo fue adoptado. Los Drs. Walter, Rodríguez-Marín y el presidente del SCRS agradecieron a los participantes y a la Secretaría el duro trabajo realizado y su colaboración para finalizar el informe a tiempo. La reunión fue clausurada.

Referencias

Anonymous. 2022. Report of the 2022 eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna data preparatory meeting (including BFT MSE) (Online, 18-26 April 2022).

TABLAS

Table 1. Valores medios de todos los OM para cada índice (hileras) para cada una de las cuatro estadísticas de las series temporales de los residuos del ajuste a los datos (desviación estándar (ST.Dev), Autocorrelación (A.C.), Valor P para la prueba de ensayos (ensayos p) y duración del ensayo más largo (donde un ensayo es una secuencia consecutiva de años en el mismo lado del «eje 0») en los últimos diez años (Max run 10). Los colores muestran los valores de diagnóstico buenos (verde), aceptables (amarillo) y malos (naranja).

FIGURAS

Figura 1. Diagramas de la mediana de las series temporales de TAC separadas por escenario de reclutamiento para el nivel de calibración 2 para cada restricción de TAC (donde a, b, c y d significan +30/-20, +20/-20; sin límites y +20/-10, respectivamente).

Figura 2. Diagrama de tipo *patchwork* abreviado para LW configurado con restricciones alternativas de TAC.

Figura 3. Ajustes (líneas azules) a los índices de abundancia (puntos rojos) en los OM.

Figura 4. Ejemplo de residuos de índice en los OM.

Figura 5. Diagramas de gusano por escenario de reclutamiento para BR2a en el este (arriba) y el oeste (abajo). Las líneas negras en negrita representan las trayectorias de la mediana y las líneas de color representan las trayectorias de iteraciones específicas (agrupadas por colores por OM). El área sombreada representa el 80 % del rango intercuartil de la "trayectoria" de la mediana.

Figura 6. Diagrama de tipo *patchwork* primario para el oeste y el este para el nivel de calibración 2 (es decir, Br30=1,25 para el oeste y Br30=1,5 para el este) utilizando el esquema de ponderación por defecto y clasificándolos con respecto a la columna total. La escala de colores representa el desempeño relativo, pasando de oscuro (mejor) a claro (peor) dentro de una columna. Este gráfico muestra las cinco estadísticas principales de desempeño elegidas sobre la base de la eliminación de estadísticas duplicadas y centrándose en las cuatro estadísticas de desempeño operativo de seguridad, estado, estabilidad y rendimiento. Las cinco estadísticas y los percentiles asociados son PGK: probabilidad de estar en el cuadrante verde de Kobe (es decir, $SSB > SSB_{RMS}$ y $U < U_{RMS}$) en el año 30; AvC10: captura media (kilotoneladas, kt) en los años 1-10 (percentil 50); AvC30: captura media (kt) en los años 1-30 (percentil 50); VarC: Variación de las capturas (kt) entre los ciclos de ordenación de dos años (percentil 50); LD*(15 %): percentil 15 de merma más baja en los años 11-30. PGK no se pondera en la puntuación, ya que todos los CMP se calibran para alcanzar un estado de biomasa similar. El orden se consigue escalando cada columna a su mínimo y su máximo, dentro de una columna, dando un orden de clasificación de 0 (mejor) a 1 (peor), ponderando las columnas según la ponderación por defecto, obteniendo una media para el oeste y el este y luego tomando la media entre el este y el oeste (Tot).

Figura 7. Diagrama de tipo *patchwork* secundario que representa C1: las capturas en el primer año de aplicación del CMP (50 %), AvC20: la captura media (kilotoneladas, kt) durante los años 11-20 (percentil 50), Br20: Merma (biomasa reproductora con respecto a la SSB_{RMS} dinámica) en el año de proyección 20 (50 %), AvgBr: biomasa reproductora con respecto a la SSB_{RMS} dinámica durante los años de proyección 11-30 (50%), LD* (5 %): percentil 5 de merma más baja en los años 11-30; LD* (10 %) percentil 10 de merma más baja en los años 11-30, Br30: Merma (biomasa reproductora con respecto a la SSB_{RMS} dinámica) en el año de proyección 30 (5 %), POF: Probabilidad de sobrepesca ($U > U_{RMS}$) tras 30 años proyectados (media), PNRK: Probabilidad de no estar en el cuadrante rojo del diagrama de Kobe ($SSB > SSB_{RMS}$ o $U < U_{RMS}$) después de 30 años proyectados (media), OFT: Tendencia de sobrepescado, tendencia de SSB durante los años de proyección 31 - 35 cuando $Br30 < 1$. Los CMP se ordenan según el orden de clasificación en el diagrama de tipo *patchwork* primario (Figura 6). La "a" de cada CMP se refiere a la calibración de estabilidad de +20/-30.

Figura 8. Correlación entre las mediciones de desempeño.

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden del día.

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos y presentaciones.

Apéndice 4. Resúmenes de documentos y presentaciones SCRS tal y como fueron presentadas por los autores.

Apéndice 5. Descripciones matemáticas de los CMP

Apéndice 6. MSE para el atún rojo del Atlántico - Resultados, decisiones y próximos pasos (06/05/2022).

Table 1. Average values across all OMs for each index (rows) for each of the 4 statistics for the time series of residuals of the fit to the data (Standard Deviation (ST.Dev), Autocorrelation (A.C.), P-value for the runs test (Runs p), and Length of longest run (where a run is a consecutive sequence of years on the same side of the “0 axis”) in the last 10 years (Max run 10). The colors show good (green), acceptable (yellow), and poor (orange) diagnostic values.

East

	Strata	Area	Proposed	n	St.Dev	A.C.	Runs p	Max run 10	St.Err	Prop. Crs.
MED_LAR_SUV	7	MED	Yes	14	0.7	NA	NA	NA	0.19	0.63
FR_AER_SUV2	7	MED	Yes	10	0.54	NA	NA	NA	0.17	0.71
JPN_LL_NEAt12	5	NATL	Yes	10	0.32	0.41	0.25	4.88	0.1	0.26
MOR_POR_TRAP	4	SATL	Yes	8	0.36	0.13	0.66	3.5	0.13	0.53

West

	Strata	Area	Proposed	n	St.Dev	A.C.	Runs p	Max run 10	St.Err	Prop. Crs.
GOM_LAR_SUV	1	GOM	Yes	40	0.53	-0.26	0.16	2.25	0.08	0.65
US_RR_66_144	2	WATL	Yes	25	0.52	0.55	0.2	5	0.1	0.34
CAN SWNS	2	WATL	Yes	24	0.36	0.7	0.01	7.31	0.07	0.19
CAN GSL	3	GSL	Yes	32	0.81	0.7	0	9.44	0.14	0.17
JPN_LL_West2	2	WATL	Yes	10	0.57	0.11	0.51	3.69	0.18	0.42
MEXUS_GOM_PLL	1	GOM	Yes	26	0.48	0.02	0.66	3.81	0.09	0.56
US_RR_177	2	WATL	Yes	27	0.74	0.77	0.02	6.31	0.14	0.15
US_RR_115_144	2	WATL	Yes	25	0.78	0.05	0.45	4.5	0.16	0.42
US_RR_66_114	2	WATL	Yes	25	0.63	0.55	0.1	5.38	0.13	0.3

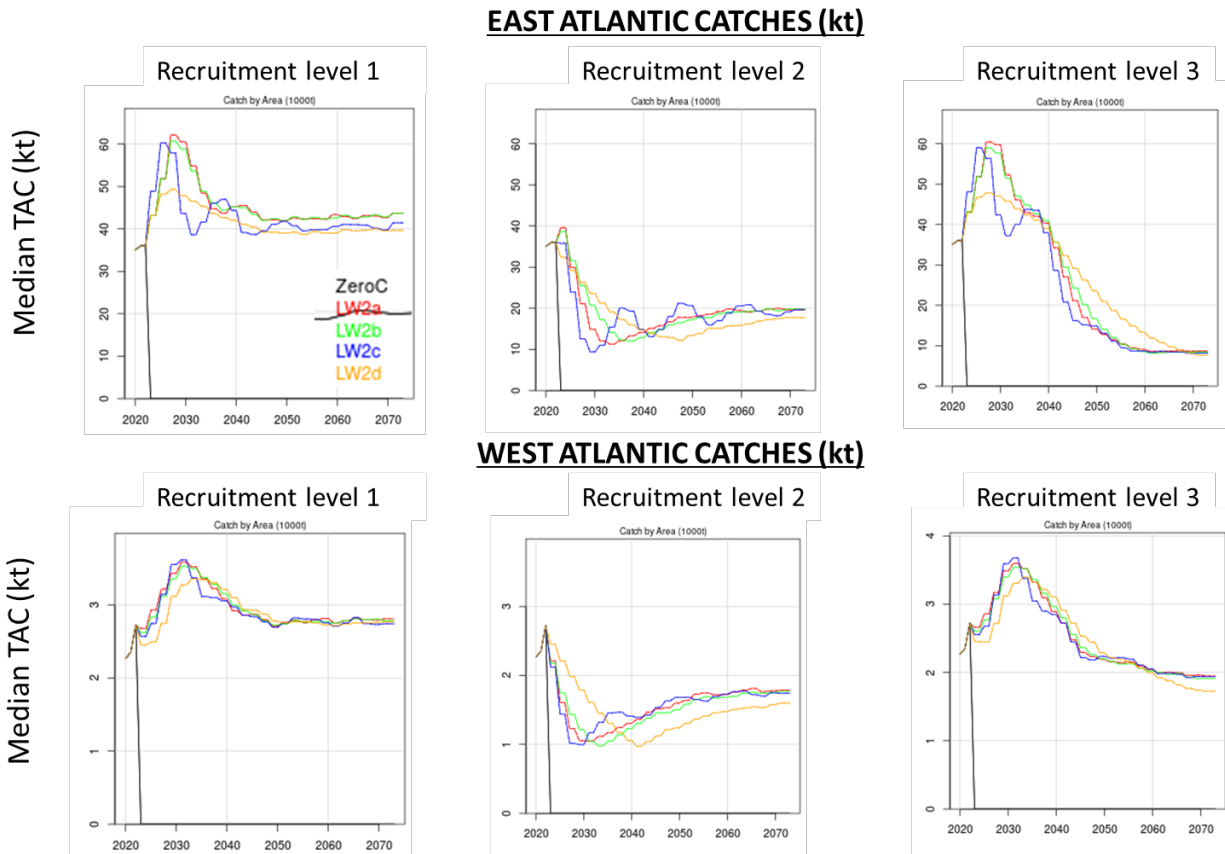


Figure 1. Median TAC timeseries plots separated by recruitment scenario for tuning level 2 for each TAC constraint (where a, b, c, and d signify +30/-20, +20/-20; no limits; and +20/-10, respectively).

East Area/Stock Metrics

SCENARIO	AvC10	AvC30	VarC	LD 15%
20%UP 30% DOWN	56.71	57.20	13.64	0.60
20%UP 20%DOWN	55.74	57.45	12.64	0.53
NO LIMIT	52.99	55.43	20.48	0.66
20%UP 10%DOWN	47.95	51.67	10.00	0.39

West Area/Stock Metrics

SCENARIO	AvC10	AvC30	VarC	LD15%
20%UP 30% DOWN	3.69	3.66	13.67	0.51
20%UP 20%DOWN	3.63	3.66	12.86	0.47
NO LIMIT	3.62	3.68	18.12	0.53
20%UP 10%DOWN	3.30	3.58	10.55	0.37

Figure 2. Abbreviated 'Quilt' plot for LW configured with alternate allowable TAC constraints.

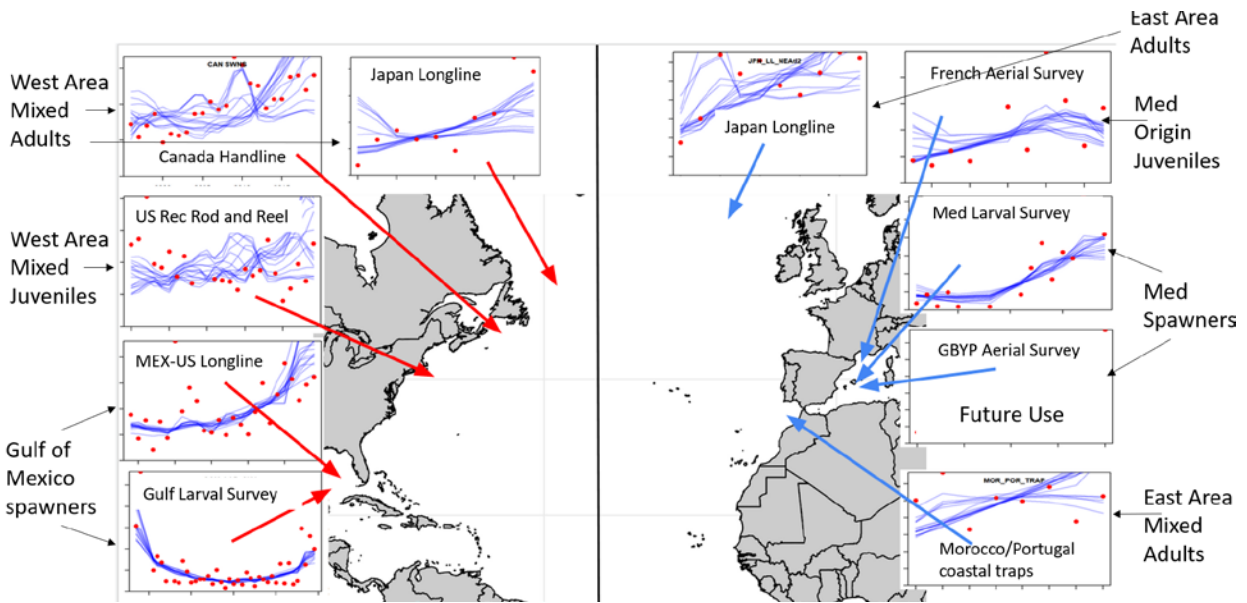


Figure 3. Fits (blue lines) to abundance indices (red points) in the OMs.

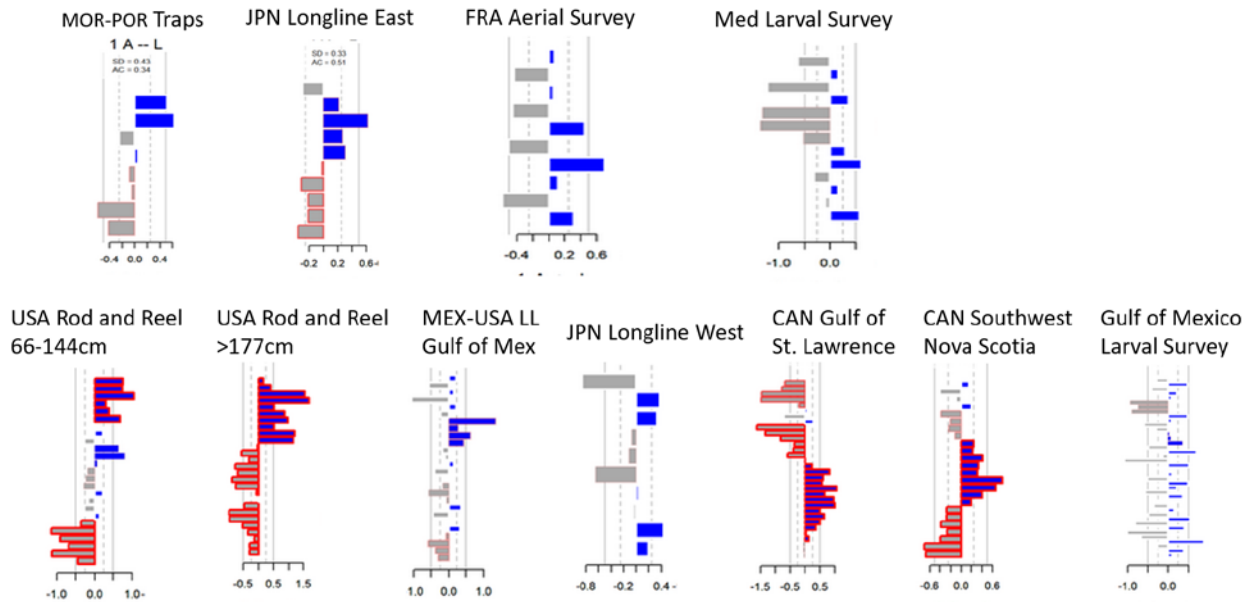


Figure 4. Example of index residuals in OMs.

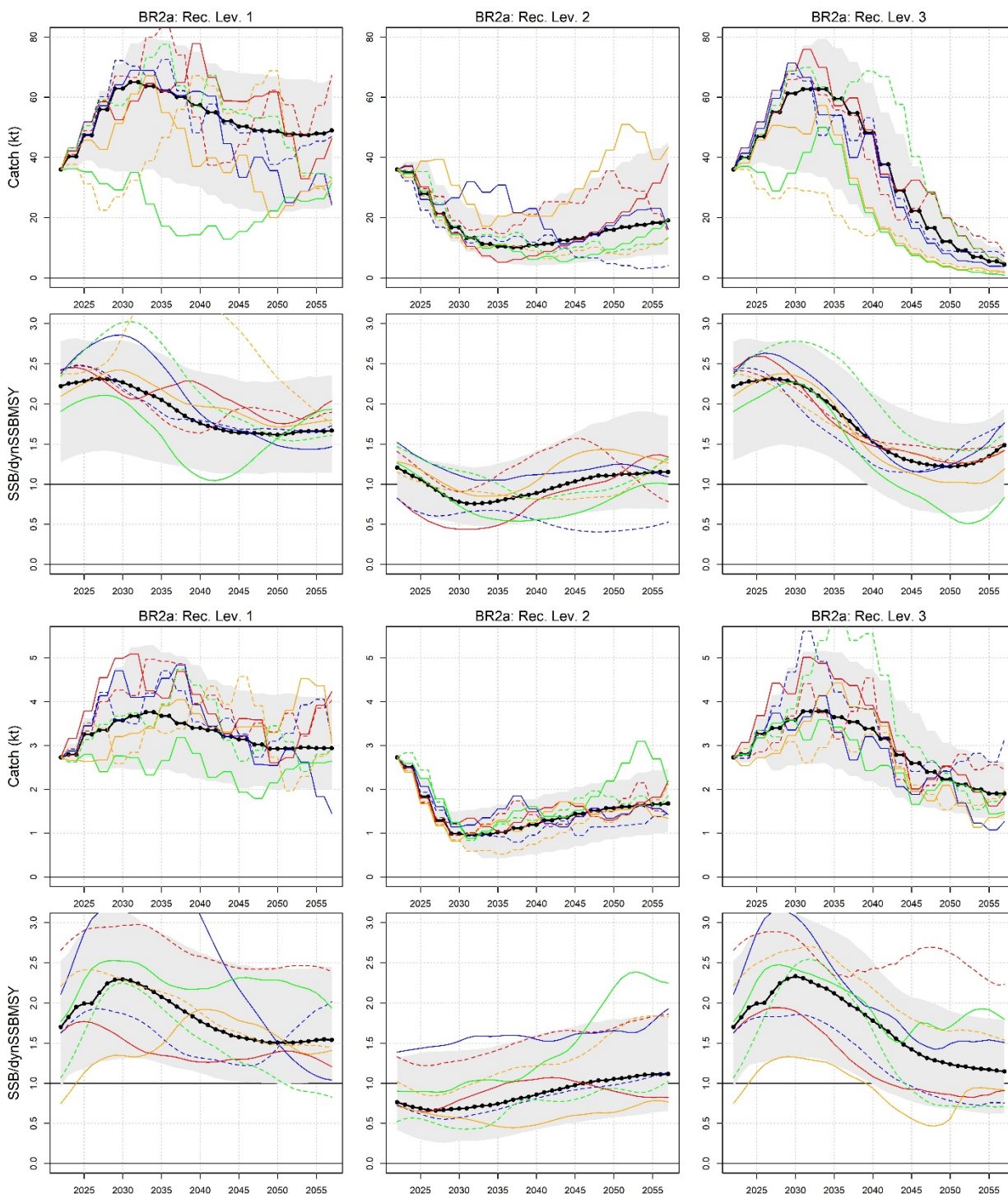


Figure 5. Worm plots by recruitment scenario for BR2a in the East (top) and West (bottom). Bolded black lines represent median trajectories and colored lines represent trajectories of specific iterations (color-grouped by OM). Shaded area represents 80% interquartile range of median “trajectory”.

CMP	West					East					Tot
	PGK (Mean)	AvC10 (50%)	AvC30 (50%)	VarC (50%)	LD (15%)	PGK (Mean)	AvC10 (50%)	AvC30 (50%)	VarC (50%)	LD (15%)	
BR2a	0.63	2.89	2.78	13.85	0.49	0.73	40.83	33.3	17.46	0.65	0.24
AI2a	0.61	2.93	2.67	16.38	0.54	0.69	42.05	38.26	16.53	0.63	0.29
TC2a	0.61	2.83	2.64	6.71	0.4	0.73	33.43	29.21	8.18	0.54	0.39
EA2a	0.62	3.42	2.74	15.87	0.36	0.71	38.77	29.65	15.45	0.48	0.43
EH2a	0.6	2.8	2.73	16.53	0.5	0.68	40.82	31.22	17.86	0.5	0.57
TN2a	0.64	3.42	2.59	18.64	0.28	0.71	42.21	29.79	16.02	0.39	0.62
PW2a	0.66	2.44	2.35	20.51	0.45	0.72	34.8	30.64	17.22	0.6	0.69
LW2a	0.6	2.65	2.54	15.61	0.51	0.72	34.25	30.09	17.15	0.6	0.7

Figure 6. Primary 'Quilt' plot for the West and East for tuning level 2 (i.e., Br30=1.25 for West and Br30=1.5 for East) using the default weighting scheme and ordered relative to the total column. Color scale represents relative performance from dark (best) to light (worst) within a column. This plot shows the top 5 performance statistics chosen on the basis of removing duplicative statistics and focusing on the four operational performance statistics of safety, status, stability and yield. The five statistics and associated percentiles are PGK: probability of being in the Kobe green quadrant (i.e., SSB>SSBMSY and U<UMSY) in year 30; AvC10: average catch (kilotons, kt) over years 1-10 (50%tile); AvC30: average catch (kt) over years 1-30 (50%tile); VarC: Variation in catch (kt) between 2-year management cycles (50%tile); LD*(15%): 15%tile of lowest depletion over years 11-30. PGK is not weighted in the scoring as all CMPs are tuned to achieve similar biomass status. Ordering is achieved by scaling each column according to its minimum and maximum, within a column, giving a rank order from 0(best) to 1 (worst), weighting columns according to the default weighting, obtaining an average for West and East and then taking the average across East and West (Tot).

East											
CMP	C1 (50%)	AvC20 (50%)	AvgBr (50%)	Br20 (50%)	Br30 (5%)	LD (5%)	LD (10%)	POF (Mean)	PNRK (Mean)	OFT (P>0)	Tot
BR2a	38.19	34.6	1.53	1.38	0.71	0.48	0.58	0.06	0.98	0.95	0.23
AI2a	33.43	40.99	1.54	1.49	0.44	0.4	0.53	0.12	0.89	0.85	0.53
TC2a	37.26	28.84	1.63	1.58	0.52	0.37	0.47	0.07	0.94	0.9	0.37
EA2a	43.2	29.99	1.56	1.47	0.43	0.31	0.41	0.08	0.93	0.92	0.45
EH2a	43.2	30.74	1.51	1.43	0.45	0.33	0.42	0.12	0.91	0.91	0.55
TN2a	39.98	27.75	1.55	1.44	0.31	0.21	0.3	0.08	0.92	0.92	0.6
PW2a	43.2	30.3	1.57	1.49	0.56	0.44	0.53	0.08	0.95	0.92	0.33
LW2a	43.2	29.92	1.57	1.51	0.56	0.44	0.54	0.08	0.95	0.92	0.29
West											
CMP	C1 (50%)	AvC20 (50%)	AvgBr (50%)	Br20 (50%)	Br30 (5%)	LD (5%)	LD (10%)	POF (Mean)	PNRK (Mean)	OFT (P>0)	Tot
BR2a	2.68	2.84	1.39	1.29	0.56	0.29	0.4	0.2	0.86	0.87	0.34
AI2a	2.82	2.73	1.41	1.34	0.66	0.33	0.43	0.24	0.89	0.89	0.2
TC2a	2.68	2.59	1.41	1.41	0.35	0.18	0.27	0.28	0.78	0.86	0.45
EA2a	2.83	2.66	1.34	1.21	0.32	0.18	0.27	0.19	0.85	0.88	0.47
EH2a	2.21	2.78	1.39	1.29	0.54	0.31	0.41	0.24	0.82	0.86	0.43
TN2a	3.27	2.46	1.33	1.24	0.1	0.05	0.17	0.16	0.86	0.9	0.52
PW2a	2.36	2.26	1.29	1.16	0.48	0.28	0.37	0.11	0.94	0.94	0.44
LW2a	2.51	2.55	1.41	1.31	0.5	0.29	0.38	0.25	0.81	0.84	0.46

Figure 7. A second 'Quilt' plot depicting C1: catch in the first year of CMP application (50%), AvC20: average catch (kilotons, kt) over years 11-20 (50%tile), Br20: Depletion (spawning biomass relative to dynamic SSB_{MSY}) in projection year 20 (50%), AvgBr: spawning biomass relative to dynamic SSB_{MSY} over projection years 11-30 (50%), LD* (5%): 5%tile of lowest depletion over years 11-30; LD* (10%): 10%tile of lowest depletion over years 11-30, Br30: Depletion (spawning biomass relative to dynamic SSB_{MSY}) in projection year 30 (5%); POF: Probability of Overfishing ($U > U_{MSY}$) after 30 projected years (mean), PNRK: Probability of not Red Kobe ($SSB > SSB_{MSY}$ or $U < U_{MSY}$) after 30 projected years (mean), OFT: Overfished trend, SSB trend over projection years 31 - 35 when $Br30 < 1$. CMPs are ordered according to rank order in Primary 'Quilt' plot (**Figure 6**). The 'a' for each CMP refers to the +20/-30 stability tuning.

East / Eastern correlation among statistics

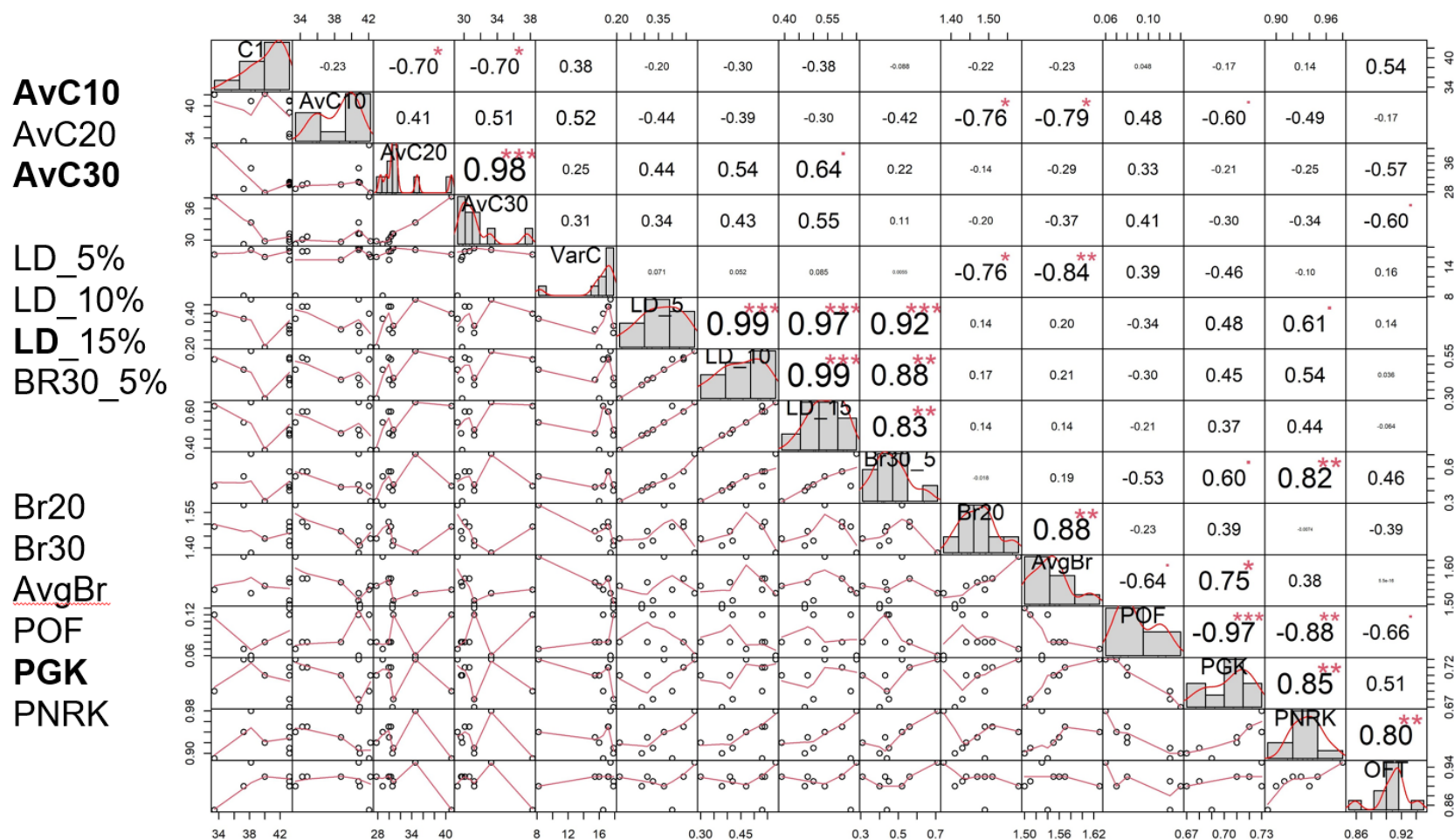


Figure 8. Correlation among performance metrics.

Appendix 1

Agenda

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements and assignment of rapporteurs
2. Summary of developments on ABFT-MSE from the BFTSG
 - 2.1 Update
 - 2.2 Update from MSE Consultant
 - 2.3 MSE Versus Best Assessment Paradigm
3. Unfinished work from BFTSG meeting
 - 3.1 CMP Tuning level
 - 3.2 Effect of Alternate Limits on Allowable TAC Change
 - 3.3 Index Presentation
 - 3.4 Exceptional Circumstances
 - 3.5 Sensitivity tests to weighting schemes and further robustness tests
4. Additional changes to CMPs
5. Path forward for the BFT MSE process
6. Material for the Panel 2 meeting
 - 6.1 Key decision points for Panel 2
 - 6.2 1-pager/4-pager/ summary BFT MSE process presentation
 - 6.3 CMP Culling
7. Communications/Ambassador material
 - 7.1 Key plots and outputs
 - 7.1.1 Performance Metrics
 - 7.1.2 Presentation Materials
 - 7.1.3 Worm Plots
 - 7.1.4 Quilt Plots
 - 7.2 Develop presentation to Panel 2
 - 7.3 ABFT-MSE Ambassadors programme
8. Update of trial specification document (TSD)
9. Adoption of the report and closure

List of Participants*

CONTRACTING PARTIES

CANADA

Atkinson, Troy

Nova Scotia Swordfisherman's Association, 155 Chain Lake Drive, Suite #9, Halifax, NS B3S 1B3
Tel: +1 902 499 7390, E-Mail: hiliner@ns.sympatico.ca

Elsworth, Samuel G.

South West Nova Tuna Association, 228 Empire Street, Bridgewater, NS B4V 2M5
Tel: +1 902 543 6457, E-Mail: sam.fish@ns.sympatico.ca

Hanke, Alexander

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

Kay, Lise

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

Maguire, Jean-Jacques

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

CHINA, (P. R.)

Feng, Ji

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

Huang, Yucheng

Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Road, Shanghai, 201306
Tel: +86 177 989 21637, E-Mail: yuchenhuang0111@163.com

Yang, Shiyu

Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Road, Shanghai, 201306
Tel: +86 185 021 91519, E-Mail: yangshiyu_shou@163.com

Zhang, Fan

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

EGYPT

Atteya, Mai

Production Research Specialist, 210, area B - CITY, 5TH District Road 90, 11311 New Cairo
Tel: +201 003 878 312, Fax: +202 281 117 007, E-Mail: janahesham08@gmail.com

EUROPEAN UNION

Aláez Pons, Ester

International Relations Officer, European Commission - DG MARE - Unit B2 - RFMOs, Rue Joseph II - 99 03/057, 1049 Bruxelles, Belgium
Tel: +32 2 296 48 14; +32 470 633 657, E-Mail: ester.alaez-pons@ec.europa.eu

Biagi, Franco

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

* Head Delegate

Costica, Florina

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

Khalil, Samira

European Commission, DG Maritime Affairs and Fisheries, Unit B-1 "International Affairs, Law of the Sea and RFOs", J II
- 99 3/74, Brussels, Belgium
Tel: +32 2 298 03 39; +32 229 11111, E-Mail: samira.khalil@ec.europa.eu

Andonegi Odrizola, Eider

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

Di Natale, Antonio

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

Gordoa, Ana

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

Lintanf, Philippe

Chef du BAEI, Ministère de la mer - Direction Générale des Affaires Maritimes, de la Pêche et de l'Aquaculture (DGAMPA), Tour Séquoia - 1 place Carpeaux, 92055 Paris-La Défense, France
Tel: +33 1 40 81 68 05, E-Mail: philippe.lintanf@agriculture.gouv.fr

Maxwell, Hugo

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

Paumier, Alexis

Ministère de la mer - Direction Générale des Affaires Maritimes, de la Pêche et de l'Aquaculture (DGAMPA), Tour Séquoia, 75000 Paris, France
Tel: +33 687 964 560, E-Mail: alexis.paumier@agriculture.gouv.fr

Rodríguez-Marín, Enrique

Ministerio de Ciencia e Innovación. Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CNIEO) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), C.O. de Santander, Promontorio de San Martín s/n, 39004 Santander, Cantabria, España
Tel: +34 942 291 716, Fax: +34 942 27 50 72, E-Mail: enrique.rmarin@ieo.es

Rouyer, Tristan

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

Rueda Ramírez, Lucía

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

JAPAN

Butterworth, Douglas S.

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

Fukuda, Hiromu

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

Miura, Nozomu

Assistant Director, International Division, Japan Tuna Fisheries Co-operative Association, 2-31-1 Eitai Koto-ku, Tokyo 135-0034
Tel: +81 3 5646 2382, Fax: +81 3 5646 2652, E-Mail: miura@japantuna.or.jp; gyojyo@japantuna.or.jp

Nakatsuka, Shuya

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

Rademeyer, Rebecca

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

Tsukahara, Yohei

Scientist, Highly Migratory Resources Division, Fisheries Stock Assessment Center, Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4, Fukuura, Kanagawa, Yokohama, Shizuoka Shimizu-ku 236-8648
Tel: +81 45 788 7937, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: tsukahara_yohei35@fra.go.jp; tsukahara_y@affrc.go.jp

Uozumi, Yuji

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

MOROCCO

Bensbai, Jilali

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

NORWAY

Nottestad, Leif

Principal Scientist, Institute of Marine Research, Research Group on Pelagic Fish, P.O. Box 1870 Nordnesgaten, 33, 5817 Bergen, Hordaland County
Tel: +47 5 99 22 70 25, Fax: +47 55 23 86 87, E-Mail: leif.nottestad@hi.no

UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND

De Oliveira, José

The Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, CEFAS, Pakefield Road, Lowestoft - Suffolk, IP19 8JX
Tel: +44 150 252 7727, E-Mail: jose.deoliveira@cefass.co.uk

Pace, Matthew

Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science - CEFAS, Lowestoft Suffolk NR33 0HT
Tel: +44 150 256 2244, E-Mail: matthew.pace@cefass.co.uk

UNITED STATES

Brown, Craig A.

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

Golet, Walter

School of Marine Sciences, The University of Maine/Gulf of Maine Research Institute, 350 Commercial Street, Portland, Maine 04101-4618
Tel: +1 207 228 1671, E-Mail: walter.golet@maine.edu

Lauretta, Matthew

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

Peterson, Cassidy

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

Schalit, David

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

Sissenwine, Michael P.

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

Walter, John

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

Weiner, Christopher

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

OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS

ASSOCIAÇÃO DE CIENCIAS MARINHAS E COOPERAÇÃO - SCIAENA

Blanc, Nicolas

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

INTERNATIONAL SEAFOOD SUSTAINABILITY FOUNDATION – ISSF

Scott, Gerald P.

FAO Common Oceans /ABNJ Tuna project, 11699 SW 50th Ct, Cooper City, Florida 33330, United States
Tel: +1 954 465 5589, E-Mail: gpsscott_fish@hotmail.com

THE OCEAN FOUNDATION

Aalto, Emilius

The Ocean Foundation, 120 Ocean View Blvd, CA Pacific Grove 93950, United States
Tel: +1 203 809 6376, E-Mail: aalto@cs.stanford.edu

Miller, Shana

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

SCRS CHAIRMAN

Melvin, Gary

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

SCRS VICE-CHAIRMAN

Arrizabalaga, Haritz

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

EXTERNAL EXPERT

Carruthers, Thomas

2150 Bridgman Ave, Vancouver Columbia V7P 2T9, Canada
Tel: +1 604 805 6627, E-Mail: tom@bluematterscience.com

Parma, Ana

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

ICCAT Secretariat

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

Manel, Camille Jean Pierre
Neves dos Santos, Miguel
Ortiz, Mauricio
Palma, Carlos
Kimoto, Ai
Alemaný, Francisco
De Andrés, Marisa
Pagá, Alfonso
Samedy, Valérie

Appendix 3**List of Papers and Presentations**

Number	Title	Authors
SCRS/2022/087	Refinements of the BR CMP as at May 2022	Butterworth D.S., and Rademeyer R.A.
SCRS/2022/088	Update of BR CMP to include intended indices weights	Butterworth D.S., and Rademeyer R.A.
SCRS/P/2022/021	Updated CMP results	Carruthers T. R.

Appendix 4**SCRS Document and Presentations Abstracts as provided by the authors**

SCRS/2022/087 - The results of refinements of the control parameter values of the version of the BR CMP presented at the April 2022 BFT WG meeting are reported. These refinements largely achieve their objectives of getting median C1 values closer to the 2022 TACs and of smoothing TAC trajectories.

SCRS/2022/088 - Results are provided to compare the BR results in Butterworth and Rademeyer (2022), for which the abundance indices were inadvertently mis-weighted, with those when the intended weighting is used. Broadly speaking, the corrected results hardly differ, except for an earlier drop in the median TAC for the West area during the 2030s.

SCRS/P/2022/021 - This presentation contains the update of CMP results (TC, BR, AI, PW, LW, FZ, EA, EH), by incorporating new performance metrics requested by the BFT SG in May 2022 in ABFT-MSE ver 7.6.4. New performance metrics are POF: probability of overfishing ($U > U_{MSY}$), PNOF: probability of not overfishing ($U < U_{MSY}$), PGK: probability green Kobe ($U < U_{MSY}$ AND $B > B_{MSY}$), PNRK: probability not red Kobe ($U < U_{MSY}$ OR $B > B_{MSY}$), AvC20: Average catches over first 20 projection years, Br20: B / B_{MSY} in projection year 20. All CMPs run at least 2a (1.25 - 1.50, max 30% down, max 20% up) are presented.

Mathematical descriptions for CMPs

BR CMPs (UTC)

Authors: Butterworth and Rademeyer

Documents: SCRS/2021/152, SCRS/2022/082

The CMP is empirical, based on inputs related to abundance indices which are first standardised for magnitude, then aggregated by way of a weighted average of all indices available for the East and the West areas, and finally smoothed over years to reduce observation error variability effects. TACs are then set based on the concept of taking a fixed proportion of the abundance present, as indicated by these aggregated and smoothed abundance indices. The details are set out below.

Aggregate abundance indices

An aggregate abundance index is developed for each of the East and the West areas by first standardising each index available for that area to an average value of 1 over the past years for which the index appeared reasonably stable¹, and then taking a weighted average of the results for each index, where the weight is inversely proportional to the variance of the residuals used to generate future values of that index in the future modified to take into account the loss of information content as a result of autocorrelation. The mathematical details are as follows.

$J_y^{E/W}$ is an average index over n series ($n=5$ for the East area and $n=5$ for the West area)²:

$$J_y^{E/W} = \frac{\sum_i^n w_i \times I_y^{i*}}{\sum_i^n w_i} \quad (A1)$$

Where

$$w_i = \frac{1}{(\sigma^i)^2} \quad \text{for the west and i.e. inverse effective variance weighting}$$

$$w_i = \frac{1}{\sqrt{\sigma^i}} \quad \text{for the east (i.e. inverse effective variance to the power } 1/4 \text{ weighting).}$$

and where the standardised index for each index series (i) is:

$$I_y^{i*} = \frac{I_y^i}{\text{Average of historical } I_y^i} \quad (A2)$$

σ^i is computed as

$$\sigma^i = \frac{SD^i}{1-AC^i}$$

where SD^i is the standard deviation of the residuals in log space and AC^i is their autocorrelation, averaged over the OMs, as used for generating future pseudo-data. Table 1 lists these values for σ^i .

2017 is used for the “average of historical I_y^i ”.

¹ These years are for the Eastern indices: 2014-2017 for FR_AER_SUV2, 2012-2016 for MED_LAR_SUV, 2015-2018 for GBYP_AER_SUV_BAR, 2012-2018 for MOR_POR_TRAP and 2012-2019 for JPN_LL_NEAt12; and for the Western indices: 2006-2017 for GOM_LAR_SURV, 2006-2018 for all US_RR and MEXUS_GOM_PLL indices, 2010-2019 for JPN_LL_West2 and 2006-2017 for CAN_SWNS.

² For the aerial surveys, there is no value for 2013, (French) and 2018 (Mediterranean). These years were omitted from this averaging where relevant. Note also that the GBYP aerial survey has not been included at this stage.

The actual index used in the CMPs, $J_{av,y}^{E/W}$, is the average over the last three years for which data would be available at the time the MP would be applied, hence:

$$J_{av,y}^{E/W} = \frac{1}{3} (J_y^{E/W} + J_{y-1}^{E/W} + J_{y-2}^{E/W}) \quad (A3)$$

where the $J_{av,y}^{E/W}$ applies either to the East or to the West area.

CMP specifications

The BR Fixed Proportion CMPs tested set the TAC every second year simply as a multiple of the J_{av} value for the area at the time (see Figure 1), but subject to the change in the TAC for each area being restricted to a maximum of 20% (up or down). The formulae are given below.

For the East area:

$$TAC_{E,y} = \begin{cases} \left(\frac{TAC_{E,2020}}{J_{E,2017}} \right) \cdot \alpha \cdot J_{av,y-2}^E & \text{for } J_{av,y}^E \geq T^E \\ \left(\frac{TAC_{E,2020}}{J_{E,2017}} \right) \cdot \alpha \cdot \frac{(J_{av,y-2}^E)^2}{T^E} & \text{for } J_{av,y}^E < T^E \end{cases} \quad (A4a)$$

For the West area:

$$TAC_{W,y} = \begin{cases} \left(\frac{TAC_{W,2020}}{J_{W,2017}} \right) \cdot \beta \cdot J_{av,y-2}^W & \text{for } J_{av,y}^W \geq T^W \\ \left(\frac{TAC_{W,2020}}{J_{W,2017}} \right) \cdot \beta \cdot \frac{(J_{av,y-2}^W)^2}{T^W} & \text{for } J_{av,y}^W < T^W \end{cases} \quad (A4b)$$

Note that in equation (A4a), setting $\alpha = 1$ will amount to keeping the TAC the same as for 2020 until the abundance indices change. If α or $\beta > 1$ harvesting will be more intensive than at present, and for α or $\beta < 1$ it will be less intensive.

Below T , the law is parabolic rather than linear at low abundance (i.e. below some threshold, so as to reduce the proportion taken by the fishery as abundance drops); this is to better enable resource recovery in the event of unintended depletion of the stock. For the results presented here, the choices $T^E = 1$ and $T^W = 1$ have been made.

Constraints on the extent of TAC increase and decrease

Maximum increase (note that this section has been changed from earlier versions):

For the West area, the maximum increase is fixed at 20%:

If $TAC_{i,y} \geq 1.2 * TAC_{i,y-1}$ then

$$TAC_{W,y} = 1.2 * TAC_{W,y-1} \quad (A5a)$$

For the East area, unless otherwise specified, the maximum increase allowed from one TAC to the next is a function of the immediate past trend in the indices, s_y^E :

$$maxincr = \begin{cases} 0 & s_y^E \leq 0 \\ \text{linear btw 0 and 0.2} & 0 < s_y^E < 0.1 \\ 0.2 & 0.1 \leq s_y^E \end{cases} \quad (A5b)$$

where

s_y^E is a measure of the immediate past trend in the average index J_y^E (equation A1), computed by linearly regressing $\ln J_y^E$ vs year y' for $y'=y-6$ to $y'=y-2$ to yield the regression slope s_y^E .

If $TAC_{E,y} \geq (1 + maxincr) * TAC_{i,y-1}$

then $TAC_{i,y} = (1 + maxincr) * TAC_{i,y-1}$ (A5c)

Maximum decrease:

If $TAC_{i,y} \leq 0.8 * TAC_{i,y-1}$

then $TAC_{i,y} = (1 - maxdecr) * TAC_{i,y-1}$ (A6)

where

$$maxdecr = \begin{cases} 0.2 & J_{av,y-2}^i \geq J_{i,2017} \\ \text{linear btw 0.2 and } D & 0.5J_{i,2017} < J_{av,y-2}^i < J_{i,2017} \\ D & J_{av,y-2}^i \leq 0.5J_{i,2017} \end{cases} \quad (A7)$$

where $D=0.3$ in implementations.

Maximum TAC

A cap on the maximum allowable TAC is set. This can potentially improve performance, particularly in the event of a shift to a lower productivity regime. By ensuring that TACs have not risen so high that they cannot be reduced sufficiently rapidly following such an event to adjust for the lower resource productivity. In investigations to date, this has been found to be useful to implement for the East area, where TACs can otherwise rise to in excess of 70 kt. The cap for the East area is set at 55 000t.

Table A1: σ^i (averaged over the OMs) values used in weighting when averaging over the indices to provide composite indices for the East and the West areas (see following equation A2).

EAST			WEST		
Index name	σ^i	w_i ($= \frac{1}{(\sigma^i)^2}$)	Index name	σ^i	w_i ($= \frac{1}{\sqrt{\sigma^i}}$)
FR_AER_SUV2	0.49	1.43	GOM_LAR_SUV	1.48	0.46
MED_LAR_SUV	0.57	1.33	US_RR_66_144	0.57	3.12
GBYP_AER_SUV_BAR	0.99	1.01	MEXUS_GOM_PLL2	0.88	1.28
MOR_POR_TRAP	1.37	0.85	JPN_LL_West2	1.09	0.84
JPN_LL_NEAt2	3.49	0.54	CAN_SWNS	0.36	7.57

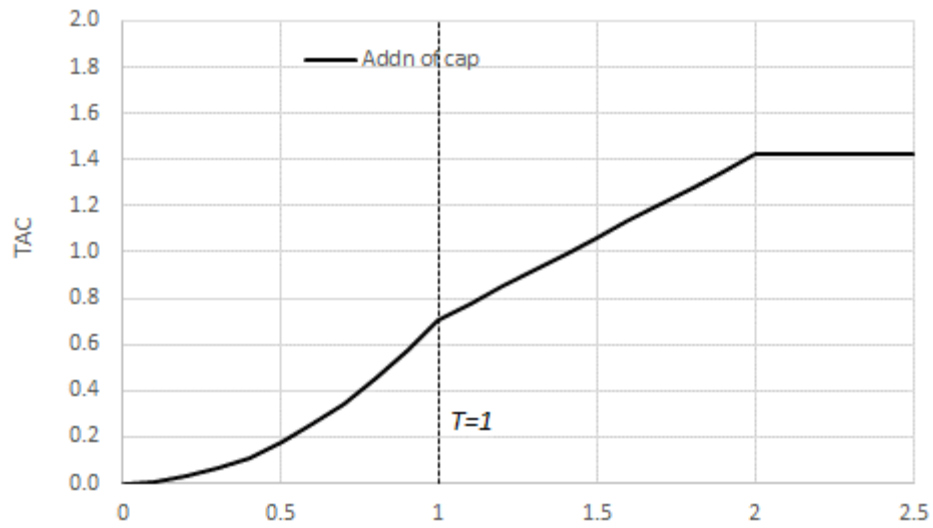


Figure A1. Illustrative relationship (the “catch control law”) of TAC against $J_{av,y}$ for the BR CMPs, which includes the parabolic decrease below T and the capping of the TAC so as not to exceed some maximum value.

EA_x CMPs (EU)**Authors:** Andonegi, Rueda, Rouyer, Gordo, Arrizabalaga, and Rodriguez-Marín**Documents:** SCRS/2021/032

EA_x CMPs are empirical, based on inputs related to abundance indices which are first standardized for magnitude, then aggregated by way of a weighted average of all indices available for the East and the West areas. TACs are then set based on the concept of taking a fixed proportion of the abundance present, as indicated by these aggregated abundance indices.

Data sets

Four indices have been selected for each stock, aiming at best reflecting the dynamics of each of the stocks. For the East:

- French Aerial Survey (1. FR_AER_SUV2)
- Mediterranean Larval (2. MED_LAR_SUV)
- Moroccan-Portuguese Trap (5. MOR_POR_TRAP)
- North East Atlantic Japanese Longline (6. JPN_LL_NEAtl2)

And for the West:

- Gulf of Mexico Larval (3.GOM_LAR_SUV)
- West Japanese Longline (10.JPN_LL_West2)
- US Rod & Reel 66-144 (13.US_RR_66_144)
- USA-MEX Long Line standardized spatial (14.MEXUS_GOM_PLL)

Status Estimator: the aggregated abundance index

An aggregated abundance index I_{rat} , computed as the weighted mean of all indices n ($n=4$ for both areas), is developed for each of the East and the West areas. It is calculated as follows:

$$I_{rat_y} = \sum_i^n w_i * I_{i,y}^* / Targ$$

where w_i are the weights used for each index i . The weight of each of the indices is inversely proportional to the variance of the residuals being calculated as:

$$w_i = 1/\sigma_i^2$$

and $\sigma_i = SD_i / (1 - AC_i)$

where SD is the standard deviation and AC the lag 1 autocorrelation of residuals.

$Targ$ is the value of the target Br30 for each specific tuning level.

The standardised index for each index series i is:

$$I_{i,y}^* = I_{i,y} / \text{Average of historical } I_{i,t-4}$$

where t is the last year of the historical data (2019).

The actual index used for both the East and the West area, is the average over the last three years for which data would be available at the time the MP would be applied:

$$I_{rat_{av,y}} = 1/3 (I_{rat_y} + I_{rat_{y-1}} + I_{rat_{y-2}})$$

The Harvest Control Rule (HRC)

The EAx cMPs tested set the TAC every second year subject to a varying percentage of maximum up and down TAC change (Delta up and Delta down) for each area as follows:

$$TAC_y = \begin{cases} TAC_{y-2} * (1 - \text{Deltadown}) & \text{if } Irat < (1 - \text{Deltadown}) \\ TAC_{y-2} * (1 + \text{Deltaup}) & \text{if } Irat > (1 + \text{Deltaup}) \\ TAC_{y-2} * Irat & \text{if } Irat \geq (1 - \text{Deltadown}) \text{ and } Irat \leq (1 + \text{Deltaup}) \end{cases}$$

Table 1. Indices used to estimate the aggregated index for each ABF area, together with the σ and w values.

	Sigma (σ)	Weight (w)
EAST		
FR_AER_SUV2	0.5	4.0
MED_LAR_SUR	1.03	0.95
MOR_POR_TRAP	0.53	3.59
JPN_LL_NEAtl2	0.62	2.62
WEST		
GOM_LAR_SUR	0.54	3.43
US_RR_66-144	1.16	0.744
MEXUS_GOM_PLL	0.52	3.68
JPN_LL_West2	0.57	3.045

TN_x CMPs (JPN)**Authors:** Tsukahara and Nakatsuka**Documents:** SCRS/2021/041, SCRS/2022/074**Used index:**

(West TAC) JPN_LL_West2

(East TAC) JPN_LL_NEAtl2

Tuning parameters (Those must be positive values.) k_{1_E} : adjustment value for increase of TAC in eastern Atlantic k_{2_E} : adjustment value for decrease of TAC in eastern Atlantic k_{1_W} : adjustment value for increase of TAC in western Atlantic k_{2_W} : adjustment value for decrease of TAC in western Atlantic

For the sake of simplicity, the formulation is described without suffix of area in the index and the tuning parameter. The respective index rate for JPN_LL_West2 and JPN_LL_NEAtl2 are calculated by bellow:

$$Index\ rate = \frac{mean(Index[y-2:y-4])}{mean(Index[y-5:y-7])} \quad (1)$$

, then New TAC is calculated by the trend of index. When index shows increase trend, which mean index rate are 1 and over, new TAC is calculated by below:

$$New\ TAC = Current\ TAC * \min(\{1 + max\ change\ rate\ of\ TAC\}, \{1 + (Index\ ratio - 1) * k_1\})$$

On the other hand, when index shows decrease trend, which mean index rate is less than 1, new TAC is calculated by below:

$$New\ TAC = Current\ TAC * \max\left(\left\{1 - max\ change\ rate\ of\ TAC\right\}, \left\{1 - \frac{(1 - Index\ ratio)}{k_2}\right\}\right)$$

When k_1 is set to higher than 1, the increase of TAC become bigger than multiplication by original index rate, and vice versa. When k_2 is set to higher than 1, the decrease of TAC become smaller than original multiplication by original index rate. Therefore, higher values of parameters on both, k_1 and k_2 , lead to more aggressive CMPs, while lower values of parameters make CMP precautionary. There is a possibility to have negative TAC value when adjustment with small k_2 value, although maximum change rate of TAC prevents TAC from getting the negative values.

LW & PW CMPs (NOAA)**Authors:** Peterson, Laretta, and Walter**Documents:** SCRS/2021/155, SCRS/2022/078

LW and PW are based on constant harvest rate (ConstU) strategies for both the east and west stocks. In the MSE, the indices of abundance are assumed to be proportional to vulnerable biomass, i.e. the base parameterization assumes time-invariant catchability. Therefore, a relative harvest rate for each stock can be calculated as follows:

$$\text{harvest rate} = \text{catch}/\text{abundance}$$

$$\text{relative abundance} = \text{catchability} * \text{abundance}$$

$$\text{relative harvest rate} = \frac{\text{catch}}{\text{relative abundance}}$$

Under this approach, management procedures for east and west stocks were designed to apply a constant harvest rate strategy tracking catches and indices of relative abundance.

$$U_{\text{target}_i} = \frac{C_{\text{target}}}{I_{\text{target}_i}} \cdot x$$

$$C_{\text{target}} = \overline{C_{\text{target_years}}}; I_{\text{target}} = \overline{I_{\text{target_years}}}$$

where

U =relative harvest rate

C =catch in mt

I =averaged relative abundance index for index i

t =model year, and

x =constant multiplier

target years = 52:54 for LW & 53:55 for PW

$$U_{\text{current}_i} = \frac{C_{\text{current}}}{I_{\text{current}_i}}$$

$$C_{\text{current}} = \overline{C_{t-2:t-0}}; I_{\text{current}_i} = \overline{I_{t-2:t-0}}$$

$$\Delta_{\text{ratio}} = FUN_i \left(\frac{U_{\text{target}_i}}{U_{\text{current}_i}} \right)$$

where FUN is a function to summarize across ratios for each index (e.g., mean or minimum).

$$TAC_{t+1:t+3} = \Delta_{\text{ratio}} \cdot TAC_{t-2:t-0}$$

where

TAC =total allowable catch limit

Subsequent restrictions (e.g., TAC caps, allowable annual % TAC change) were implemented, as necessary.

LW Particulars

For the West stock, the GOM_LAR_SUV and MexUS_GOM_PLL indices are used, and for the East stock, the MED_LAR_SUV and JPN_LL_NEAtI2 indices are used. FUN used to summarize across $\Delta ratios$ for each index was mean.

The notable distinction of the LW and PW cMPs are that each accounts for eastern biomass in the West. LW replaces calculation of $I_{current}$ and I_{target} with

$$I_{target_{west}} = \frac{I_{west_{i,t50:t52}}}{I_{west_{i,t1:t52}}} + \frac{I_{east_{i,t50:t52}}}{I_{east_{i,t1:t52}}}$$

$$I_{current_{west}} = \frac{I_{west_{i,t-2:t-0}}}{I_{west_{i,t0:t}}} + \frac{I_{east_{i,t50:t52}}}{I_{east_{i,t0:t}}}$$

PW Particulars

For the West stock, the GOM_LAR_SUV and MexUS_GOM_PLL indices are used, and for the East stock, the MED_LAR_SUV and JPN_LL_NEAtI2 indices are used. FUN used to summarize across $\Delta ratios$ for each index was mean.

The way in which PW accounts for eastern biomass in the West is by adjusting western $I_{current}$ by eastern relative abundance ratio (I_{E_ratio}):

$$I_{E_ratio} = \begin{cases} \frac{I_{current_{east}}}{I_{target_{east}}} & \text{if } \frac{I_{current_{east}}}{I_{target_{east}}} \geq 1 \\ 1 & \text{if } \frac{I_{current_{east}}}{I_{target_{east}}} < 1 \end{cases}$$

$$Multiplier_E = ((I_{E_ratio} - 1) * m) + 1$$

where
 $m = 1.2$.

Current western relative exploitation rate was then calculated by

$$U_{current_{west}} = \frac{C_{current_{west}}}{I_{current_{west}} \times Multiplier_E}$$

FZ, FP, FV, FX, FU, FY, NC CMPs (DFO)**Authors:** Hanke and Duprey**Documents:** SCRS/2021/156**An $F_{0.1}$ based cMP**

This cMP sets the TAC using an estimate of $F_{0.1}$ and the current abundance of the stock. The $F_{0.1}$ calculation depends on choosing 3 indicators from each management area that index the relative abundance of young, middle aged and older stock components. Prior to use, these indicators are subjected to a range normalization and the average value for the most recent 3 years is determined:

$$I'_{sm} = (I_{sm} - \min(I_{sm})) / (\max(I_{sm}) - \min(I_{sm}))$$

$$I'_{md} = (I_{md} - \min(I_{md})) / (\max(I_{md}) - \min(I_{md}))$$

$$I'_{lg} = (I_{lg} - \min(I_{lg})) / (\max(I_{lg}) - \min(I_{lg}))$$

$$\overline{I'_{sm}} = \frac{1}{3} \sum_{N-2}^N I'_{sm}$$

$$\overline{I'_{md}} = \frac{1}{3} \sum_{N-2}^N I'_{md}$$

$$\overline{I'_{lg}} = \frac{1}{3} \sum_{N-2}^N I'_{lg}$$

$$I_{tot} = \overline{I'_{sm}} + \overline{I'_{md}} + \overline{I'_{lg}}$$

$F_{0.1}$ is a calculation based on a yield-per-recruit analysis from *fishmethods* (Nelson, 2019) that follows the modified Thompson-Bell algorithm :

$$Z_a = M_i + PR_a * F_a$$

$$N_{a+1} = N_a * e^{-Z_a}$$

$$\overline{N}_a = (1 - e^{-Z_a}) * \frac{N_a}{Z_a}$$

$$\overline{N}_{a+} = \frac{N_{a+}}{Z_{a+}}$$

$$C_a = (N_a - N_{a+1}) * \frac{PR_a * F_a}{Z_a}$$

$$Y_a = \overline{W}_a C_a = PR_a * \overline{F}_a B_a$$

where the ages a for each management area are as defined in the 2015 VPA,

Y_a, C_a, N_a, B_a = Yield, Catch, Numbers and Biomass at age respectively,

W_a = Weight at age is from the 2015 VPA for the west and 2017 VPA for the east,

F_a = Fishing mortality at age,

M_a = Natural mortality at age scaled to the Lorenzen function (Walter et. al. 2018),

Z_a = Total mortality at age (F_a+M_a),

$PR_{e_{1:10}}$ = the partial recruitment vector applied to fishing mortality (F) to obtain partial F-at-age is calculated from the east MP indicators,

$PR_{w_{1:16}}$ = the partial recruitment vector applied to fishing mortality (F) to obtain partial F-at-age is calculated from the east MP indicators,

q = an index and stock specific tuning parameter.

East values

$$\begin{aligned} a &= \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\} \\ W_{1:10} &= \{3.0, 10.0, 19.0, 35.0, 50.0, 69.0, 90.0, 113.0, 138.0, 205.0\} \\ M_{1:10} &= \{0.40, 0.33, 0.27, 0.23, 0.20, 0.18, 0.16, 0.14, 0.13, 0.12\} \\ PR_{e_{1:10}} &= \left\{ \frac{\overline{I'_{sm}}}{\overline{I'_{tot_{1:4}}}}, \frac{\overline{I'_{md}}}{\overline{I'_{tot_{5:6}}}}, \frac{\overline{I'_{lg}}}{\overline{I'_{tot_{7:10}}}} \right\} \\ I_{sm,md,lg} &= \{FR_AER_SUV2, JPN_LL_NEAtl2, MED_LAR_SUV\} \\ I_{bm} &= \{MED_LAR_SUV\} \\ q &= 1.875E - 7 \end{aligned}$$

West values

$$\begin{aligned} a &= \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16\} \\ W_{1:16} &= \{3.1, 9.8, 15.1, 19.9, 43.3, 60.5, 89.9, 111.6, 144.8, 174, 201.1, 225.5, 247.7, 264, 283.5, 340\} \\ M_{1:16} &= \{0.40, 0.33, 0.27, 0.23, 0.20, 0.18, 0.16, 0.14, 0.13, 0.12, 0.12, 0.11, 0.11, 0.11, 0.11, 0.11\} \\ PR_{w_{1:16}} &= \left\{ \frac{\overline{I'_{sm}}}{\overline{I'_{tot_{1:4}}}}, \frac{\overline{I'_{md}}}{\overline{I'_{tot_{5:6}}}}, \frac{\overline{I'_{lg}}}{\overline{I'_{tot_{7:16}}}} \right\} \\ I_{sm,md,lg} &= \{US_RR_66_144, CAN_SWNS, MEXUS_GOM_PLL\} \\ I_{bm} &= \{MEXUS_GOM_PLL\} \\ q &= 2.136444e - 07 \end{aligned}$$

The $F_{0.1}$ estimate is based on yield-per-recruit calculation for F ranging from 0 to 10 in increments of 0.01. The last age in the a vector is a plus group and the oldest age in the plus group is 35.

Eastern and Western area TAC

$$TAC_{N+1} = \begin{cases} F_{0.1} * \frac{I_{bm,N}}{q}, & I_{tot} > 0 \\ 0.2 * \frac{I_{bm,N}}{q}, & I_{tot} = 0 \end{cases}$$

Constraint on TAC increase (upper=1.26, lower=0.6)

$$TAC_{N+1} = TAC_N * \left(0.6 + \frac{1}{1.5 + e^{-8 * \left(\frac{TAC_{N+1} - TAC_N}{TAC_N} \right)}} \right)$$

A simple indicator based cMP

This cMP tracks the relative abundance of an indicator and sets a TAC based on the ratio of the most recent 3 years of index values relative to the 3 years prior to that.

Eastern management procedure index

$$I_{bm} = \{ MOR_POR_TRAP \}$$

Western management procedure index

$$I_{bm} = \{ MEXUS_GOM_PLL \}$$

The basis for the TAC calculation is the I_{ratio} estimate and depends on the most recent 6 years of index values:

$$I_{ratio} = \left(\frac{1}{3} \sum_{N-2}^N I_{bm} \right) / \left(\frac{1}{3} \sum_{N-5}^{N-3} I_{bm} \right)$$

Index-Catch difference

In order to avoid situations where the population is changing faster than the trend in catch, the difference between the scaled index and catch is used to make an adjustment that attempts to make the two more similar. See figure 1 for example.

$$Scale(x) = \frac{(x - \bar{x})}{sd(x)}$$

$$Diff = abs(Scale(I_{bm}) - Scale(C_{obs}))$$

where C_{obs} is a vector of observed catches.

$$\Delta Diff = \frac{Diff_N}{Diff_{N-1}}$$

Western area TAC

$$TAC_{N+1} = \begin{cases} TAC_N, & I_{ratio} \geq 1 \wedge (\Delta Diff \leq 1 \vee \Delta Diff \geq 2) \\ 1.05 * TAC_N, & I_{ratio} \geq 1 \wedge (1 < \Delta Diff < 2) \\ I_{ratio} * 1.05 * TAC_N, & I_{ratio} < 1 \wedge (\Delta Diff \leq 1 \vee \Delta Diff \geq 2) \\ I_{ratio} * 0.9648 * TAC_N, & I_{ratio} < 1 \wedge (1 < \Delta Diff < 2) \end{cases}$$

Eastern area TAC

$$TAC_{N+1} = \begin{cases} TAC_N, & I_{ratio} \geq 1 \wedge (\Delta Diff \leq 1 \vee \Delta Diff \geq 2) \\ 1.05 * TAC_N, & I_{ratio} \geq 1 \wedge (1 < \Delta Diff < 2) \\ I_{ratio} * 1.072 * TAC_N, & I_{ratio} < 1 \wedge (\Delta Diff \leq 1 \vee \Delta Diff \geq 2) \\ I_{ratio} * 0.9648 * TAC_N, & I_{ratio} < 1 \wedge (1 < \Delta Diff < 2) \end{cases}$$

TC & AI (BM)**Authors:** Carruthers**Documents:** SCRS/2021/165 (TC)**TC**

Fixed harvest rate, index-based CMP accounting for stock mixing

Data smoothing

In order to reduce noise in both indices and catches, the MP uses a polynomial ('loess') smoothing function $S()$. Smoothed catches $\tilde{C}$ and smoothed are (A) and stock (S) indices $\tilde{I}$ are calculated from the raw observed catches C and indices I by area a and index type i , using the same smoothing parameter ω :

$$\tilde{I}_{a,i}^A = S(I_{a,i}^A, \omega) \quad (1)$$

$$\tilde{I}_{a,i}^S = S(I_{a,i}^S, \omega) \quad (2)$$

$$\tilde{C}_a = S(C_a, \omega) \quad (3)$$

The function is parameterized such that the approximate number of smoothing parameters is a linear function of the length of the time series. The effect of the ratio of smoothing parameters to length of the time series ω , is illustrated in Figure 1.

Vulnerable biomass and fishing rate estimation

A multi-stock, multi-area management procedure 'MPx', was designed to provide TAC advice in a given time period t using Stock biomass indices (I^S) by stock s and Catch Rate Indices (I^A) by area a , calibrated to current stock assessments of vulnerable biomass B (estimates of catchability q for stock and area indices) (Figure 2). In order to, for example, interpret West area biomass in terms of Eastern stock biomass, an estimate of stock mixing is required $\theta_{s=East_stock, a=West}^{mix}$ that is the fraction of Eastern stock biomass that can be expected to be vulnerable to fishing in the West area. Where there are more than one spawning stock index ($n_{s,i} > 1$) or more than one area index ($n_{a,i} > 1$) overall biomass estimates were the mean of those from the multiple indices:

$$B_{a,t}^S = \frac{\sum_s \sum_i \tilde{I}_{s,i,t}^S q_{s,i}^S \theta_{s,a}^{mix}}{n_{s,i}} \quad (4)$$

$$B_{a,t}^A = \frac{\sum_s \sum_i \tilde{I}_{a,i,t}^A q_{a,i}^A}{n_{a,i}} \quad (5)$$

The q parameters are calibrated to 2016 estimates spawning biomass (by stock) θ_s^S , and vulnerable biomass (by area) θ_a^A :

$$q_s^S = \frac{\theta_s^{S,2016}}{\tilde{I}_{s,2016}^S} \quad (6)$$

$$q_a^A = \frac{\theta_a^{A,2016}}{\tilde{I}_{a,2016}^A} \quad (7)$$

The estimates of vulnerable biomass B arising from the calibrated indices can be used to estimate the fishing mortality rate using observations of catches C

$$F_{a,t}^A = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,t}}{B_{a,t}^A}\right) \quad (8)$$

$$F_{a,t}^S = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,t}}{B_{a,t}^S}\right) \quad (9)$$

Combining inference from SSB and CPUE indices

Assessment estimates of vulnerable biomass at MSY (θ^{BMSY}) can be used to calculate current vulnerable biomass relative to $BMSY$, here inference from catch rate and spawning indices is equally weighted as the geometric mean:

$$\Delta_{a,t}^B = \exp \left(\frac{1}{2} \left[\ln \left(\frac{B_{a,t}^S}{\theta_a^{BMSY}} \right) + \ln \left(\frac{B_{a,t}^A}{\theta_a^{BMSY}} \right) \right] \right) \quad (10)$$

The same approach was used to combined estimates of F relative to $FMSY$:

$$\Delta_{a,t}^F = \exp \left(\frac{1}{2} \left[\ln \left(\frac{F_{a,t}^S}{\theta_a^{FMSY}} \right) + \ln \left(\frac{F_{a,t}^A}{\theta_a^{FMSY}} \right) \right] \right) \quad (11)$$

A harvest control rule for TAC adjustment based on estimates of $B/BMSY$ and $F/FMSY$

TACs in the following year are based on TAC in the previous time step multiplied by a factor $\varphi_{a,t}$:

$$TAC_{a,t+1} = TAC_{a,t} \varphi_{a,t} \quad (12)$$

where the factor $\varphi_{a,t}$ is determined by adjustments for fishing rate $\delta_{a,t}^F$ and stock status $\delta_{a,t}^B$:

$$\tilde{\varphi}_{a,t} = \delta_{a,t}^F \delta_{a,t}^B \quad (13)$$

The adjustment to F is the inverse of $F/FMSY$ ($\Delta_{a,t}^F$) where the magnitude of the adjustment is determined by β^F . The parameter α^F controls the target F level where $F/FMSY = 1$ and $B/BMSY = 1$. For example, at a value of 0.8, the MP deliberately aims to underfish at 80% of $FMSY$ when the stock is at $BMSY$ and current F is $FMSY$. Note that when $\alpha^F=1$ and $\beta^F = 1$ the F adjustment $\delta_{a,t}^F$ is the inverse of $\Delta_{a,t}^F$ and hence recommends $FMSY$ fishing rate (and depends on the assumption that biomass will be comparable at $t+1$).

$$\delta_{a,t}^F = \alpha^F \exp \left(\beta^F \ln(1/\Delta_{a,t}^F) \right) \quad (14)$$

The adjustment according to biomass is exponentially related to the disparity between current biomass and $BMSY$. The term $|\Delta_{a,t}^B - 1|$ is the positive absolute difference (modulus). The magnitude of the adjustment for biomass is controlled by the parameter α^B while the (extent of the TAC change for biomass levels far from $BMSY$) is controlled by the exponent β^B . This is analogous to a traditional harvest control rule (e.g. '40-10') and throttles fishing rates at low stock sizes to speed recovery while also increasing fishing rates at high stock sizes to exploit additional biomass (Figure 3). When $\alpha^B = 0$ there is no biomass adjustment and $\delta_{a,t}^B$ is invariant to β^B .

$$\delta_{a,t}^B = \begin{cases} \exp \left[(\alpha^B |\Delta_{a,t}^B - 1|)^{\beta^B} \right] & 1 < \Delta_{a,t}^B \\ \exp \left[-(\alpha^B |\Delta_{a,t}^B - 1|)^{\beta^B} \right] & \Delta_{a,t}^B \leq 1 \end{cases} \quad (15)$$

This generalized TAC harvest control rule can accommodate a wide range of control schemes of varying sensitivity to estimates of current exploitation rate and stock status.

TAC adjustment limits

The maximum rate of TAC adjustment is determined by θ^{down} and θ^{up} and the minimum amount is controlled by θ^{min} :

$$\hat{\phi}_{a,t} = \begin{cases} \theta^{down} & \tilde{\phi}_{a,t} < \theta^{down} \\ \tilde{\phi}_{a,t} & \theta^{down} < \tilde{\phi}_{a,t} < (1 - \theta^{min}) \\ 1 & (1 - \theta^{min}) < \tilde{\phi}_{a,t} < (1 + \theta^{min}) \\ \tilde{\phi}_{a,t} & (1 + \theta^{min}) < \tilde{\phi}_{a,t} < \theta^{up} \\ \theta^{up} & \theta^{up} < \tilde{\phi}_{a,t} \end{cases} \quad (16)$$

Table 1. The input data, parameters of the current default MPx managment procedure.

Description		Value
<i>Biomass calculation</i>		
$I_{East,stock}^S$	Spawning stock biomass index for eastern stock	MED_LAR_SUV (#2), GBYP_AER_SUV_BAR (#5)
$I_{West,stock}^S$	Spawning stock biomass index for western stock	GOM_LAR_SUV (#4)
I_{East}^A	Vulnerable biomass catch rate index for eastern area	MOR_POR_TRAP (#6), JPN_LL_NEATL2 (#7)
I_{West}^A	Vulnerable biomass catch rate index for western area	US_RR_177 (#10), JPN_LL_West2 (#12)
θ_{East}^{BMSY}	Eastern area biomass at maximum sustainable yield	800 kt
θ_{West}^{BMSY}	Western area biomass at maximum sustainable yield	20 kt
θ_{East}^{FMSY}	Eastern area harvest rate at MSY	0.06
θ_{West}^{FMSY}	Western area fishing mortality rate at MSY	tuned (0.004 – 0.04)
$\theta_{East,stock,recent}^S$	Mean Vuln. biomass of eastern stock in 2013-2017	800 kt
$\theta_{West,stock,recent}^S$	Mean Vuln. biomass of western stock in 2013-2017	20 kt
$\theta_{East,recent}^A$	Mean Vuln. biomass in eastern area in 2013-2017	730 kt
$\theta_{West,recent}^A$	Mean Vuln. biomass in western area in 2013-2017	120 kt
$\theta_{West,East}^{mix}$	Fraction of western stock in eastern area	0.1
$\theta_{East,West}^{mix}$	Fraction of eastern stock in western area	0.05
<i>Harvest control rule</i>		
α^B	The magnitude of the adjustment for biomass relative to BMSY	0 (no biomass adjustment)
β^B	Exponent parameter controlling extent of the adjustment for biomass relative to BMSY	NA (given $\alpha^B = 0$)
α^F	Target fishing mortality rate (fraction of FMSY) at F/FMSY = 1 and B/BMSY = 1	1
β^F	The magnitude of the adjustment for fishing rate relative to FMSY	0.33
<i>Data smoothers</i>		
ω	The ratio of the No. polynomial smoothing parameters to the number of years of time series data. I.e. loess(dat, enp.target = $\omega \cdot n_t$)	0.15

Table 1. Continued.

Description		Value
<i>TAC adjustment limits</i>		
θ^{up}	The maximum fraction that TAC can increase	0.25
θ^{down}	The maximum fraction that TAC can decrease	0.25
θ^{min}	The minimum fractional change in TAC	0.025
θ_{East}^{TACmin}	Minimum TAC for the East area	10 kt
θ_{West}^{TACmin}	Minimum TAC for the West area	0.5 kt
θ_{East}^{TACmax}	Maximum TAC for the East area	80 kt
θ_{West}^{TACmax}	Maximum TAC for the West area	4.5 kt
$\theta_{West}^{TACmax_near}$	Near-term maximum TAC for the West area	2 kt
$\theta_{West}^{n_near}$	Western near-term period	25 years
<i>Index recalibration rule</i>		
γ^n	The length of the time series for detecting slope of indices	6
γ^{East}	The magnitude of F reduction in the East area in relation to the slope in Eastern stock biomass index	1
γ^{West}	The magnitude of F reduction in the West area in relation to the slope in Western stock biomass index	2

AI_CMP

Fixed harvest rate CMP using estimates of area-based vulnerable biomass from an artificial neural network. Details of the neural network configuration are available in Table 2.

Simulated datasets were generated by projecting nine constant fishing mortality rate CMPs for all 96 stochastic reference set operating models. These nine CMPs comprised high, medium and low harvest rates in the West area crossed with high, medium and low harvest rates in the East area. These simulations created a range of simulated outcomes for both stocks. The stochastic operating models include 48 simulations each. Over 9 CMPs this leads to 41,472 simulated projections (96 x 48 x 9). In each of these projections a single projection year was sampled, and for this year eight types of data were recorded:

- (1) current index level of all 13 indices subject after Loess smoothing (13 data points);
- (2) the mean level of the index in the projection to date (13 data points);
- (3) the slope in the index in the first 4 projection years (13 data points);
- (4) the slope in the index in the first 6 projection years (13 data points);
- (5) mean catches over the last three years in both ocean areas (2 data points);
- (6) mean catches in both ocean areas to date (2 data points);
- (7) the projection year;
- (8) the total simulated biomass in each ocean area of fish age 3 or older (2 data points).

This results in 57 independent variables (input layer features) and 1 dependent variable (the output layer - area biomass of fish age 3+) for training two neural networks, one for predicting total biomass of 3+ fish in the East area and another for predicting total biomass of age 3+ fish in the West area. Only one projection year was sampled per simulation to ensure all data points originate from independent time series. Random seeds were generated to ensure that the projected simulated data and dynamics were not the same as those used in MSE testing.

The wider dataset of 41,472 ‘observations’ was split into three component datasets, a training set, a validation set and a testing set. The training set was used to fit the neural network using the backpropagation algorithm. The validation set was used to monitor training and where possible adjust meta

parameters of the fitting and network design to improve accuracy. The testing set remained completely independent of the process of fitting or the selection of training hyperparameters that controlled the network fitting process. The split of these data was approximately 75% training, 20% validation, 5% testing.

Prior to fitting, data were all normalized to have mean 0 and standard deviation 1. The parameters of this data normalization was saved in the neural network design to ensure it was preserved when predictions are made from the new datasets provided to a CMP. To focus estimation on smaller stock sizes where CMP performance is most critical, the highest 10% of simulated biomasses were removed from the fitting (include many optimistically high outliers) and fit was conducted by minimizing mean squared error on log area biomass.

It has been shown that two hidden layers are sufficient to characterize the structure of any non-linear problem, and that at least two are required to capture complex hierarchical interactions. It follows that a three-layer (two hidden layers) neural network was investigated allowing for deep learning. As is typically the case in the design of neural networks, the width (number of nodes) and depth (number of hidden layers) was decided by ad-hoc experimentation as it is specific to each problem. In both East and West neural networks, relatively high accuracy was achieved with two hidden layers comprising 24 in the first layer and 24 in the second (Figures 1 and 2). This leads to 2,017 parameters per neural network which are the weights among the layers (the coloured lines of Figure 1), in addition to the biases in the hidden and output layers (one for each of the nodes in the lower three layers of nodes in Figure 1) ($2,017 = 57 \times 24 + 24 \times 24 + 24 \times 1 + 24 + 24 + 1$). In general, the validation loss rate (the mean squared error in log total biomass of age 3+ fish) stopped improving after 350 epochs (iterations of fitting) (see Figure 2 for mean absolute error plots).

The neural networks were used in fixed harvest rate CMPs. The TACs in each area were set by the 3+ biomass estimate from the corresponding neural network multiplied by a tuning parameter that is the fixed harvest rate in each area. CMPs AI1, AI2 and AI3 were tuned to an eastern stock Br30 (spawning stock biomass, SSB relative to dynamic SSB MSY after 30 projected years) of approximately 1.55 and western stock Br30 of 1.00, 1.25 and 1.50, respectively. Similarly to other CMPs, the TAC advice arising from the A.I. CMPs were constrained by minimum (10kt East, 0.5kt West) and maximum (50kt East, 4kt West) levels in addition to maximum percentage increases (25%) and decreases (35%). If the new TAC is less than a 5% different from the previous TAC no change is implemented.

Table 2. Neural network configuration.

Configuration	Used in this analysis	Alternatives
1. Software	KERAS R package (Falbel et al. 2021) + Tensorflow (2021) + NVIDIA CUDA (NVIDIA 2021)	neuralnet R package (Fritsch <i>et al.</i> 2016) nnet R package (Ripley 2016) (and many others)
2. Network type	Simple recurrent	Fully recurrent, Recursive, Multilayer perceptron, Convolved, Bi-directional, Hierarchical, Stochastic, Long short-term memory, Sequence to sequence, Shallow, Echo state
3. Training algorithm (optimizer)	'rmsprop'	'adam', 'sgd', 'adamax', 'adadelata', 'adagrad'
4. Cost function	Mean squared error	Mean absolute error, mean squared, logarithmic error, mean absolute percentage error
5. Intensiveness of training	500 epochs (sufficient for stabilization of cost function, Figure 2)	-
6. Input data types	• Current index level (13 indices, each loess smoothed) • Index slope: first 4 yr. of projection • Index slope first 6 yrs of projection • Index • Mean index level in projection • Projection year number • Mean catch levels in projection (both East and West area)	
7. Output data	East / West Area specific biomass (age 3+)	Stock biomass, stock biomass x exploitation rate
8. Size of training / validation / testing data sets	31,519 / 7,880 / 2,074 (approx. 75% / 20% / 5%)	-
9. Network design (number of neurons in consecutive layers demarked by ':') and Activation functions	Input layer: 57 (data types) Hidden layers: 24:24 (2,401 parameters) Output layer: 1 Activation functions: rectified linear unit	Linear, sigmoid, hyperbolic, tangent
10. Neural net performance evaluation	Validation: cross-validation Estimation performance: mean squared error / mean absolute error Management performance: MSE testing with ABT-MSE package	

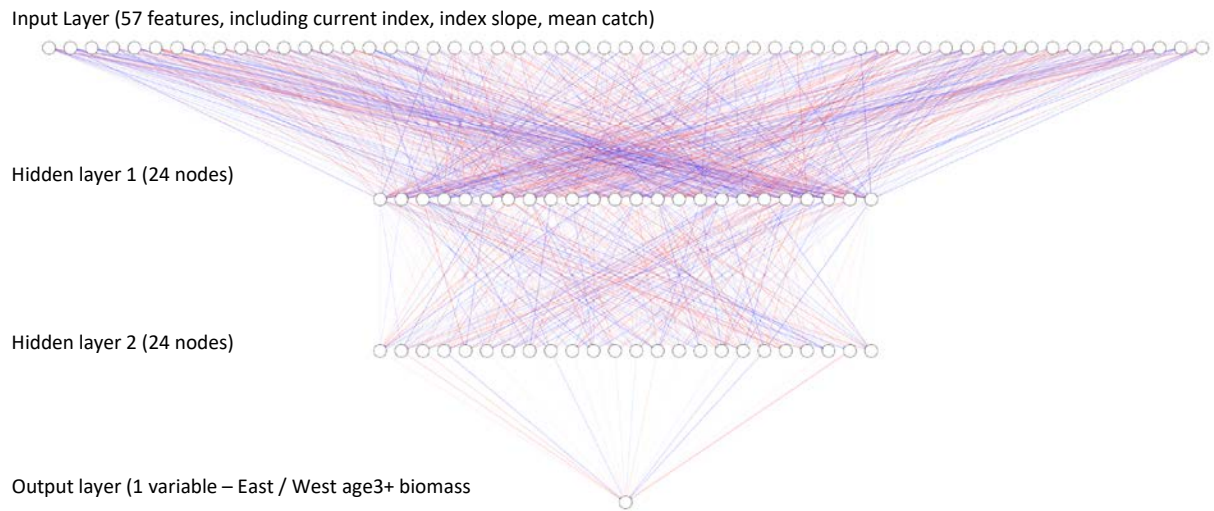


Figure 1. Neural network design. Lines represent estimated weights, circles represent nodes for which a bias is estimated per node for each hidden layer and the output layer.

Atlantic Bluefin Tuna MSE – Results, Decisions, & Next Steps (5/6/2022)

Executive Summary

This document presents updated results of the Atlantic bluefin tuna management strategy evaluation (MSE). The intention is to provide sufficient knowledge to facilitate discussion among scientists, fishery managers and stakeholders, as well as decision-makers, at the 9-10 May 2022 meeting of Panel 2. This updated version of the summary is based on discussions at the 3-6 May 2022 Bluefin MSE Technical Team meeting.

Candidate Management Procedures

There are currently 8 candidate management procedures (CMPs)³ under development by 6 different international teams (**Table 1**). All currently assume a 2-year management cycle and calculate separate total allowable catches (TACs) for the West and East management areas. The SCRS rigorously reviewed all western and eastern indices, resulting in two indices being deemed not usable in their present condition by the MSE. After this, the choice of indices used in each CMP has been at the discretion of developers with emphasis placed on whether the indices perform well in the CMPs. Scientific rationale for SCRS consideration of indices in CMPs will be provided to Panel 2. We present results from 8 CMPs to show key performance tradeoffs for management objectives in a ‘quilt plot’ (**Figure 1**) that ranks CMPs on 5 key performance statistics; a second plot (**Figure 2**) includes additional statistics.

The May Panel 2 agenda specifies three main decision points.

- Decision point 1 (PA2 Agenda Item 6.a): Agreement on operational management objectives percentages, timeframes and performance statistics (See **Table 2**).
- Decision point 2 (PA2 Agenda Item 6.b): Does Panel 2 approve this proposed two-step process for Candidate Management Procedure development and performance tuning?

Step 1: Development tuning for CMP comparison

- CMPs are tested on a common Br30 performance level (currently 1.0, 1.25 or 1.5, for each stock).
- SCRS will give advice on ordering CMPs across performance statistics corresponding to yield, status, safety and stability objectives. The SCRS proposes five key performance statistics (**Figure 1**) chosen on the basis of removing duplicative statistics and focusing on the four operational performance statistics of safety, status, stability and yield (both short term and long term). The remaining performance statistics are reported in **Figure 2**.
- Panel 2 will evaluate relative performance of CMPs and may rank CMPs based on performance.

Status: Development tuning is nearly complete. CMP performance initially seems similar across four CMPs evaluated at four tuning levels. *Therefore, specific tuning levels do not need to be selected by Panel 2 at this time. CMPs that are poorly performing could be recommended for removal by Panel 2, at this May meeting.*

³ While 8 CMPs are under development, not all will be deemed to perform at the level necessary to be eligible candidates for MP adoption. For example, the Canadian development team have withdrawn one of their CMPs (i.e., NC) since the March PA2 meeting to focus their efforts on their other CMP that has better performance (i.e., EH).

Step 2: Performance tuning of retained list of CMPs to determine the final CMP specifications

- Once top performing CMPs are selected in step 1, they may be *performance tuned*.
- All CMPs include at least one adjustable setting to determine how heavily or lightly it applies fishing pressure to achieve desired performance on the risk-reward tradeoff (i.e., catch vs. biomass) for each of the East area/eastern stock and West area/western stock.
- The setting can be adjusted to achieve different median Br30 (e.g., 1.43, 1.36) across the grid of operating models to achieve higher yields while meeting safety, status, and stability objectives.

Status: Performance tuning has not yet begun and will occur following the May Panel 2 meeting and continue to the October Panel 2 meeting. The SCRS will provide feedback at its July and September meetings. At its October meeting, Panel 2 may first select a CMP and then select from within a range of tested performance tuning settings.

- Decision point 3 (PA2 Agenda Item 6.c): Does Panel 2 approve the following process for narrowing (culling) of CMPs?
 - Panel 2 (in May) agrees to a set of performance statistics & descriptive tables/figures (e.g., quilt plots)
 - Panel 2 (in May) agrees to minimum standards for CMP performance, which may include:
 - o Less than X% chance of breaching B_{LIM} , where X is defined by Panel 2. The performance statistic LD^* is recommended to evaluate status relative to B_{LIM} (40% of dynamic SSB_{MSY}).
 - o Stock should have a greater than Y% probability⁴ of being above SSB_{MSY} in year 30, where Y is defined by Panel 2.
 - o A proposal for an overfishing metric (U/U_{MSY}) & probability of the green quadrant of the Kobe matrix in year 30.
 - o Are there other specific and measurable objectives would Panel 2 like to use as minimum thresholds?
 - Panel 2 (in May) may choose to exclude CMPs with unacceptable performance or structure.
 - At its July and September meetings, the SCRS will review all CMPs and compare them to performance standards set by Panel 2 in May. CMPs deemed by SCRS to not perform satisfactorily may be culled by SCRS and not recommended to Panel 2 in October, with results and rationale provided.
 - SCRS will use scientific rationale (e.g. lack of performance across robustness tests and substantially low ranking across performance statistics) for any decisions to cull CMPs.
 - To assist SCRS to conduct such culling it requests further feedback from Panel 2 on what constitutes more desirable performance for CMPs that already meet minimum criteria.
 - CMP developers may also withdraw their CMPs if they are not performing as desired.

⁴ For a given development tuning, the probability of overfished status (POS), or probability $SSB < SSB_{MSY}$ in year 30, is a performance statistic.

- Decision point 4: Relative weighting of key performance statistics

Purely to facilitate discussion, the SCRS puts forward three example weighting schemes for the key statistics of the primary quilt plot (**Table 3**). The ultimate decision to use one of the three examples or other weighting schemes (as well as, for example, selection of the percentage for LD*) is up to Panel 2. PGK is not weighted as the CMPs are tuned to achieve a common Status objective (Br30). The ranking in the quilt plot shown below uses the default ranking. The purpose of the relative weightings is to facilitate decision making but is not intended to be the sole criterion for CMP selection. See **Table 2** for more detailed descriptions of performance statistics.

- Additional Decision/Discussion points:
 - Are there other specific and measurable objectives that Panel 2 would like to use as minimum thresholds?
 - Are there any CMPs that Panel 2 would like to remove from consideration at this point?
 - Are there any additional features of CMPs that Panel 2 would like to see? CMP performance is not impacted by TAC caps.
 - Several CMPs indicate possible initial decreases in TAC which may be due to how CMPs are structured and how they behave during the transition period, and often not a result of underlying stock declines. Would Panel 2 like SCRS to explore a phase in period for those CMPs? Specifically, the SCRS proposes a time frame of the first two MP applications and limits for TAC change (+20 / -10) that may be desirable as constraints to build into CMPs.
 - A key aspect of the refinement of CMPs after the May Panel 2 meeting will involve making adjustments to the CMPs to provide anticipated future TAC trajectories in line with stakeholder preferences, both as regards short term stability and longer-term trends and variability. This will require dialogue with Panel 2 on how best to obtain feedback from CPCs to the SCRS to inform finalization of CMP development in good time before the September BFT MSE Technical Sub-group meeting to give developers sufficient time to refine CMPs.
 - Does Panel 2 require additional meeting time, either in July or as an extra day in October?

Next steps

After the May 9-10 Panel 2 meeting, there is one remaining meeting of Panel 2 to take place before the Commission Plenary, scheduled for October 14. The Bluefin Species Group will continue with additional Ambassador meetings in English, French and Spanish and materials will be translated into Arabic.

Other resources

[Atlantic Bluefin Tuna MSE splash page, including interactive Shiny App](#) (ENG only)
[Harveststrategies.org MSE outreach materials](#) (multiple languages)

Table 1. Table of Candidate Management Procedures (CMPs), indicating in **red** where changes have occurred since the March Panel 2 meeting.

CMP	Indices used		Formulae for calculating TACs	References
	EAST	WEST		
EH	FR AER SUV2 JPN LL NEAtI2 W-MED LAR SUV	US RR 66-144, CAN SWNS RR US-MEX GOM PLL	TACs are product of stock-specific F0.1 estimates and estimate of CAN SWNS RR for the West and W-MED LAR SUV for the East.	SCRS/2020/144 SCRS/2021/122
AI	All	All	Artificial intelligence MP that fishes regional biomass at a fixed harvest rate.	SCRS/2021/028
BR	FR AER SUV2 W-MED LAR SUV MOR POR TRAP JPN LL NEAtI2	GOM LAR SUV US RR 66-144 US-MEX GOM PLL JPN LL West2 CAN SWNS RR	TACs set using a relative harvest rate for a reference year (2018) applied to the 2-year moving average of a combined master abundance index. In recent refinement, the weighting range across individual indices has been reduced, resulting in improved performance. More recently still, some limited time dependence has been introduced into the TAC formulae to allow for a smoother transition from current TACs to those to be generated in the initial years of the MP application.	SCRS/2021/121 SCRS/2021/152 SCRS/2022/082
EA	FR AER SUV2 W-MED LAR SUV MOR POR TRAP JPN LL NEAtI2	GOM LAR SUV JPN LL West2 US RR 66-144 US-MEX GOM PLL	Adjust TAC based on ratio of current and target abundance index.	SCRS/2021/032 SCRS/2021/P/046
LW	W-MED LAR SUV JPN LL NEAtI	GOM LAR SUV MEXUS_LL	TAC is adjusted based on comparing current relative harvest rate to reference period (2019) relative harvest rate.	SCRS/2021/127
NG	MOR POR TRAP	US-MEX GOM PLL	No longer supported	SCRS/2021/122
PW	JPN LL NEAtI2 W-MED LAR SUV	US-MEX GOM PLL GOM LAR SUV	TAC is adjusted based on comparing current relative harvest rate to reference period (2019) relative harvest rate.	SCRS/2021/155 SCRS/2022/078
TC	MOR POR TRAP JPN LL NEAtI2 W-MED LAR SUV GBYP AER SUV BAR	US RR 66-144	TAC is adjusted based on F/F_{MSY} and B/B_{MSY} .	SCRS/2020/150 SCRS/2020/165
TN	JPN LL NEAtI2	JPN LL West2	Both area TACs calculated based on their respective JPN_LL moving averages.	SCRS/2020/151 SCRS/2021/041 SCRS/2022/074

East indices: FR AER SUV2 – French aerial survey in the Mediterranean; JPN LL NEAtI2 – Japanese longline index in the Northeast Atlantic; W-MED LAR SUV – Larval survey in the western Mediterranean; MOR POR Trap – Moroccan-Portuguese trap index; GBYP AER SUV BAR – GBYP aerial survey in the Balearics.

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

Table 2. Decision points relative to management objectives and performance statistics.

Management Objectives (Res. 18-03)	Current Performance Statistics	Decision Points for Management Objectives	Decision Points for Performance Statistics
Status The stock should have a greater than []% probability of occurring in the green quadrant of the Kobe matrix	Br30 – Br [i.e., biomass ratio, or spawning stock biomass (SSB) relative to dynamic SSB_{MSY}^3] after 30 years. PGK : probability of being in the Kobe green quadrant (i.e., $SSB > dSSB_{MSY}$ and $U < U_{MSY}$) in year 30. U/U_{MSY} - exploitation rate (U) in biomass divided by exploitation rate at MSY^4 . Br20 – Br after 20 years. AvgBr – Average Br over projection years 11-30 POF – Probability of overfishing ($U > U_{MSY}$) after 30 projected years PNRK - Probability of not being in the red Kobe quadrant ($SSB > SSB_{MSY}$ or $U < U_{MSY}$) after 30 projected years OFT – Overfished Trend, SSB trend if $Br30 < 1$.	Probabilities ([]% after 30 years)	F-statistic: SCRS proposes an exploitation rate metric (U/U_{MSY})
Safety There should be a less than []% probability of the stock falling below B_{LIM} at any point during the 30 year evaluation period	LD* – Lowest depletion (i.e., SSB relative to dynamic SSB_{MSY}) over years 11-30 in the projection period. LD* value is evaluated relative to SCRS-adopted B_{LIM} (40% of dynamic SSB_{MSY}). ⁵	Probability of falling below B_{LIM} (Options: e.g. 5%, 10%, 15%)	None
Yield Maximize overall catch levels	AvC10 – Median TAC (t) over years 1-10 AvC30 – Median TAC (t) over years 1-30 C1 - TAC in first 2 years of MP (i.e., 2023-24) AvC20 – Median TAC (t) over years 1-20	None	None
Stability Any increase or decrease in TAC between management periods should be less than []%	VarC –Variation in TAC (%) between 2-year management cycles	- Probabilities (Options: no restriction, ± 20, $\pm 20/-30$) ‘Phase-in’ period of $\pm 20/-10$ for first 2 MP applications (i.e., currently 2023-26), then $\pm 20/-30$	None, if VarC is acceptable

³Dynamic SSB_{MSY} is a set fraction of dynamic SSB_0 , which is the spawning stock biomass that would occur in the absence of fishing, historically and in the future. Dynamic SSB_{MSY} can change over time since it is based on current recruitment levels, which fluctuate due to time-varying dynamics in the models.

⁴The exploitation rate (U) is annual catch (in tonnes) divided by the total annual biomass in tonnes. U_{MSY} is the fixed harvest rate (U) corresponding with $SSB/SSB_{MSY}=1$ at year 50.

⁵SCRS adopted a B_{LIM} of 40% of dynamic SSB_{MSY} for the purposes of the MSE for CMP testing and performance tuning. Status relative to B_{lim} is calculated as the lowest depletion (spawning biomass relative to dynamic SSB_{MSY}) over projection years 11-30 for which the CMP is applied across the plausibility weighted operating models. B_{LIM} is proposed as a performance statistic, not as an ‘active’ or functional trigger for determining a management action.

Table 3. To facilitate discussion, the SCRS puts forward three weighting schemes for the five key performance statistics for consideration by Panel 2. Weighting will influence CMP performance ranking.

<i>Weighting scheme</i>	<i>Status PGK (mean)</i>	<i>Short term Yield AvC10 (50%)</i>	<i>Long term Yield AvC30 (50%)</i>	<i>Stability VarC (50%)</i>	<i>Safety LD* (%TBD)</i>
Default: Equal across yield, stability, and safety	0	0.5	0.5	1	1
Sensitivity 1: Double weighting of safety	0	0.25	0.25	0.5	1
Sensitivity 2: Double weighting of yield	0	1	1	1	1

CMP	West					East					Tot
	PGK (Mean)	AvC10 (50%)	AvC30 (50%)	VarC (50%)	LD (15%)	PGK (Mean)	AvC10 (50%)	AvC30 (50%)	VarC (50%)	LD (15%)	
BR2a	0.63	2.89	2.78	13.85	0.49	0.73	40.83	33.3	17.46	0.65	0.24
AI2a	0.61	2.93	2.67	16.38	0.54	0.69	42.05	38.26	16.53	0.63	0.29
TC2a	0.61	2.83	2.64	6.71	0.4	0.73	33.43	29.21	8.18	0.54	0.39
EA2a	0.62	3.42	2.74	15.87	0.36	0.71	38.77	29.65	15.45	0.48	0.43
EH2a	0.6	2.8	2.73	16.53	0.5	0.68	40.82	31.22	17.86	0.5	0.57
TN2a	0.64	3.42	2.59	18.64	0.28	0.71	42.21	29.79	16.02	0.39	0.62
PW2a	0.66	2.44	2.35	20.51	0.45	0.72	34.8	30.64	17.22	0.6	0.69
LW2a	0.6	2.65	2.54	15.61	0.51	0.72	34.25	30.09	17.15	0.6	0.7

Figure 1. Primary ‘Quilt’ plot for the West and East for tuning level 2 (i.e., Br30=1.25 for West and Br30=1.5 for East) using the default weighting scheme and ordered relative to the total column. Color scale represents relative performance from dark (best) to light (worst) within a column. This plot shows the top 5 performance statistics chosen on the basis of removing duplicative statistics and focusing on the four operational performance statistics of safety, status, stability and yield. The five statistics and associated percentiles are PGK: probability of being in the Kobe green quadrant (i.e., $SSB > SSB_{MSY}$ and $U < U_{MSY}$) in year 30; AvC10: average catch (kilotons, kt) over years 1-10 (50%tile); AvC30: average catch (kt) over years 1-30 (50%tile); VarC: Variation in catch (kt) between 2-year management cycles (50%tile); LD*(15%): 15%tile of lowest depletion over years 11-30. PGK is not weighted in the scoring as all CMPs are tuned to achieve similar biomass status. Ordering is achieved by scaling each column according to its minimum and maximum, within a column, giving a rank order from 0(best) to 1 (worst), weighting columns according to the default weighting, obtaining an average for West and East and then taking the average across East and West (Tot). See **Table 2** for more detailed descriptions of performance statistics. The ‘a’ for each CMP refers to the +20/-30 stability tuning.

West

CMP	West									
	C1 (50%)	AvC20 (50%)	AvgBr (50%)	Br20 (50%)	Br30 (5%)	LD (5%)	LD (10%)	POF (Mean)	PNRK (Mean)	OFT (P>0)
BR2a	2.68	2.84	1.39	1.29	0.56	0.29	0.4	0.2	0.86	0.87
AI2a	2.82	2.73	1.41	1.34	0.66	0.33	0.43	0.24	0.89	0.89
TC2a	2.68	2.59	1.41	1.41	0.35	0.18	0.27	0.28	0.78	0.86
EA2a	2.83	2.66	1.34	1.21	0.32	0.18	0.27	0.19	0.85	0.88
EH2a	2.21	2.78	1.39	1.29	0.54	0.31	0.41	0.24	0.82	0.86
TN2a	3.27	2.46	1.33	1.24	0.1	0.05	0.17	0.16	0.86	0.9
PW2a	2.36	2.26	1.29	1.16	0.48	0.28	0.37	0.11	0.94	0.94
LW2a	2.51	2.55	1.41	1.31	0.5	0.29	0.38	0.25	0.81	0.84

East

CMP	East									
	C1 (50%)	AvC20 (50%)	AvgBr (50%)	Br20 (50%)	Br30 (5%)	LD (5%)	LD (10%)	POF (Mean)	PNRK (Mean)	OFT (P>0)
BR2a	38.19	34.6	1.53	1.38	0.71	0.48	0.58	0.06	0.98	0.95
AI2a	33.43	40.99	1.54	1.49	0.44	0.4	0.53	0.12	0.89	0.85
TC2a	37.26	28.84	1.63	1.58	0.52	0.37	0.47	0.07	0.94	0.9
EA2a	43.2	29.99	1.56	1.47	0.43	0.31	0.41	0.08	0.93	0.92
EH2a	43.2	30.74	1.51	1.43	0.45	0.33	0.42	0.12	0.91	0.91
TN2a	39.98	27.75	1.55	1.44	0.31	0.21	0.3	0.08	0.92	0.92
PW2a	43.2	30.3	1.57	1.49	0.56	0.44	0.53	0.08	0.95	0.92
LW2a	43.2	29.92	1.57	1.51	0.56	0.44	0.54	0.08	0.95	0.92

Figure 2. Quilt plot #2 depicting C1: catch in the first year of CMP application (50%), AvC20: average catch (kilotons, kt) over years 11-20 (50%tile), Br20: Depletion (spawning biomass relative to dynamic SSB_{MSY}) in projection year 20 (50%), AvgBr: spawning biomass relative to dynamic SSB_{MSY} over projection years 11-30 (50%), LD* (5%): 5%tile of lowest depletion over years 11-30; LD* (10%) 10%tile of lowest depletion over years 11-30, Br30: Depletion (spawning biomass relative to dynamic SSB_{MSY}) in projection year 30 (5%); POF: Probability of Overfishing ($U > U_{MSY}$) after 30 projected years (mean), PNRK: Probability of not Red Kobe ($SSB > SSB_{MSY}$ or $U < U_{MSY}$) after 30 projected years (mean), OFT: Overfished trend, SSB trend over projection years 31 - 35 when $Br30 < 1$. See **Table 2** for more detailed descriptions of performance statistics. CMPs are ordered according to rank order in Quilt #1. The 'a' for each CMP refers to the +20/-30 stability tuning.