

**COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL**

**COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR**

**15ª REUNIÓN**

La Jolla, California (EE. UU.)

10-14 de junio de 2024

**DOCUMENTO SAC-15-07**

**EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ORDENACION (EEO) PARA EL ATÚN PATUDO  
EN EL OPO: INFORME DE AVANCES**

Juan L. Valero, Mark N. Maunder y Alexandre Aires-da-Silva

**CONTENIDOS**

1.	Resumen.....	1
2.	Antecedentes .....	2
3.	Plan de trabajo .....	5
3.1.	Alcance del trabajo.....	5
3.2.	Objetivos .....	5
3.3.	Implementacion .....	6
3.3.1.	Componente tecnico.....	6
3.3.2.	Componente de dialogo de partes interesadas.....	8
3.4.	Próximos pasos .....	9
4.	Resultados esperados .....	9
5.	Desafios.....	10
6.	Financiamiento.....	10

**1. RESUMEN**

El propósito del proceso de Evaluación de Estrategias de Ordenación (EEO) en las pesquerías es comparar el desempeño de estrategias de ordenación alternativas para lograr los objetivos de ordenación, utilizando simulaciones por computadora y métricas relevantes del desempeño de las pesquerías. El proceso de EEO es reconocido como la mejor práctica para evaluar estrategias de ordenación alternativas, y ha sido ampliamente utilizada tanto a nivel nacional como internacional, incluyendo todas las OROP atuneras, las cuales que se encuentran en diferentes etapas de su implementación. Hay un proceso de EEO en curso para los atunes tropicales el Océano Pacífico Oriental (OPO), con un enfoque inicial en el atún patudo. El proceso incluye un componente de diálogo y un componente técnico. El componente de diálogo ha dado lugar a tres talleres organizados por la CIAT tanto para familiarizar a las partes interesadas sobre el proceso de EEO como para obtener información sobre los elementos de la estrategia de ordenación (como objetivos, indicadores de desempeño, etc.) necesarios para su evaluación. El componente técnico ha incluido la preparación de códigos de computadora para la realización de la EEO, el condicionamiento de modelos operativos, la descripción de dinámicas biológicas y pesqueras alternativas y herramientas en línea para comunicar el proceso y los resultados de la EEO. La implementación de evaluaciones de poblaciones fiables que actúen como modelos operativos es una parte esencial del proceso de EEO. La evaluación del patudo ha ido evolucionando a lo largo del tiempo y recientemente se han introducido varias mejoras sustanciales. La evaluación del patudo de 2020 siguió

presentando incertidumbres considerables, incluido un patrón bimodal en las cantidades de ordenación (un grupo de modelos con estimaciones de biomasa por encima del nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible ( $B_{RMS}$ ), otro grupo por debajo de  $B_{RMS}$  con poca probabilidad entre ambos), junto con un cambio aparente de régimen en el reclutamiento que coincide con el aumento de las capturas de cerco sobre objetos flotantes en la década de 1990. Aunque los modelos de la evaluación de 2020 cubrieron una gama de incertidumbres, esto dio lugar a modelos operativos que pueden no resultar en la selección de la mejor estrategia si se hubiera dispuesto de un mejor conjunto de modelos operativos. La evaluación de 2024 resolvió muchos de los problemas estructurales de las evaluaciones del patudo previas, por lo que usar dicha evaluación para los modelos operativos en la actualización de la EEO debería resultar en la selección de una mejor estrategia. Estos cambios, junto con la opinión del personal que evoluciona con respecto a cambios potenciales a los puntos de referencia objetivo para los atunes tropicales en el OPO, impulsaron al personal a revisar el plan de trabajo para la EEO del atún patudo con el reemplazo del conjunto original de modelos operativos con un nuevo conjunto de modelos operativos derivados de la evaluación de referencia del atún patudo de 2024, así como la incorporación de RCE y puntos de referencia alternativos propuestos. El proceso de EEO en la IATTC fue financiado por la Unión Europea entre 2021 y 2023. Un nuevo puesto permanente (2024) del personal de la CIAT para los temas de estrategias de extracción ha garantizado la continuación del trabajo de EEO. El cronograma revisado incluye trabajo de EEO para el patudo durante 2024 y 2025, con planes de extender el trabajo de EEO a los otros atunes tropicales (probablemente el barrilete después y luego el aleta amarilla) ahora que se ha asegurado el financiamiento para la continuación del trabajo de EEO para los atunes tropicales del OPO.

## 2. ANTECEDENTES

El objetivo principal de la ordenación pesquera es la explotación sustentable de los recursos pesqueros, fomentando tanto la viabilidad a largo plazo de las poblaciones de peces como de las pesquerías y otras actividades que dependen de ellas. La ordenación pesquera es una interacción compleja de múltiples partes interesadas con intereses, roles y objetivos potencialmente diferentes. Entre algunas de esas partes interesadas se encuentran los pescadores, la industria, los administradores, los miembros del público y los científicos pesqueros. Las funciones y la participación de las diferentes partes interesadas en la ordenación de las pesquerías varían según los factores culturales, institucionales e históricos. Un papel importante de los científicos pesqueros ha sido tradicionalmente realizar análisis en apoyo del proceso de toma de decisiones, particularmente proporcionando información cuantitativa sobre el estado y las tendencias de las poblaciones de peces, tanto históricamente como proyectadas a futuro bajo opciones de ordenación alternativas. La prestación de asesoramiento científico para la ordenación pesquera puede adoptar muchas formas, dependiendo de las particularidades de las pesquerías, su contexto histórico, el nivel de monitoreo, los análisis disponibles y los sistemas de ordenación.

El enfoque tradicional para proporcionar asesoramiento en materia de gestión suele basarse en un modelo de "mejor evaluación" que integra los datos disponibles (por ejemplo, capturas, índices de abundancia relativa, composiciones de tallas de peces), estimaciones externas de procesos importantes (por ejemplo, crecimiento), hipótesis sobre parámetros no estimables o poco estimables (por ejemplo, mortalidad natural) y estructura (por ejemplo, estructura de las poblaciones). Este enfoque a menudo ha mostrado ser problemático debido a una sensibilidad excesiva de los resultados del modelo a los cambios en los nuevos datos (independientemente de los verdaderos cambios en el stock), tipos de datos, análisis de datos y metodología de evaluación o modelador que realiza los análisis. Dado que los resultados de la evaluación poblacional a menudo se incorporan a una regla de control de extracción (RCE) que especifica las acciones de ordenación en relación con el estado estimado de las poblaciones relativo a los puntos de referencia estimados, los problemas con los modelos de evaluación pueden traducirse en problemas de ordenación cuando la estimación de los puntos de referencia también puede estar sesgada, agravando

los problemas. Otros problemas son la falta de consideración adecuada del balance entre costos y beneficios a medio y largo plazo (por ejemplo, entre explotación y riesgo biológico), la tendencia a centrarse en consideraciones inmediatas o a corto plazo de niveles particulares de acciones de gestión (por ejemplo, límites de captura o nivel de esfuerzo particulares) en lugar de en la robustez del proceso de decisión de establecerlas, la tendencia a un sistema de cambios mínimos de gestión (particularmente cuando los resultados de la evaluación son inciertos), y el tratamiento incompleto de la incertidumbre (es decir, normalmente solo se considera la incertidumbre de la evaluación poblacional).

Las estrategias de ordenación (a menudo denominadas procedimientos de ordenación o estrategias de extracción) son las combinaciones integradas de uso de datos específicos acordadas, análisis específicos aplicados a esos datos y las RCE utilizadas para determinar acciones de ordenación específicas (por ejemplo, cuotas de captura, duración de las temporadas de pesca). La evaluación de estrategias de ordenación (EEO) es ampliamente considerada como la forma más apropiada de evaluar las ventajas y desventajas logradas por estrategias de gestión alternativas para lograr los objetivos de gestión, al tiempo que integra múltiples fuentes de incertidumbre. Una diferencia fundamental entre el enfoque tradicional y la EEO es que el primero generalmente se centra solo en la incertidumbre de la evaluación poblacional, mientras que el segundo integra y trata adecuadamente múltiples fuentes de incertidumbre, como la incertidumbre de implementación, la incertidumbre de ordenación / institucional, la incertidumbre de muestreo, la incertidumbre de proyección a futuro. Otra diferencia es la evaluación adecuada del riesgo a través del circuito de retroalimentación entre una estrategia de ordenación y el sistema simulado, diferenciando las EEO de las evaluaciones de riesgo que tienden a sobreestimar el riesgo al no considerar las respuestas de la administración a los datos futuros. Si bien la EEO es el proceso de evaluación de estrategias de ordenación mediante simulaciones por computadora, el proceso va más allá de ser un ejercicio científico ya que requiere la participación de las partes interesadas para el refinamiento de las estrategias actuales y sus elementos (objetivos, métricas de desempeño, etc.) y el desarrollo de estrategias alternativas para evaluar. Es decir, mientras que parte del proceso de EEO es altamente técnico y realizado por científicos, otra parte igualmente importante, como la definición de objetivos, métricas de desempeño y estrategias de gestión de candidatos, requiere aportes y participación de gerentes y otras partes interesadas. Esas dos partes deben evolucionar en sinergia para un proceso exitoso de EEO. Procesos de EEO han sido ampliamente utilizados tanto a nivel nacional como internacional, incluso por las cinco organizaciones regionales de ordenación pesquera de atunes (OROP-T: CIAT, CAOI, WCPFC, CICAA, CCSBT) que se encuentran en diferentes etapas de desarrollo y aplicación con CCSBT más lejos junto con un desarrollo completo de EEO, prueba y aplicación exitosos de un procedimiento de ordenación ya establecido desde hace muchos años, otras OROP con procedimientos de ordenación evaluados para los atunes tropicales (por ejemplo para el patudo en la CAOI y para el barrilete en la WCPFC) y con la CIAT en la etapa más temprana del proceso con una EEO para el patudo en curso.

Las pesquerías de atunes tropicales en el Océano Pacífico Oriental (OPO) oscilaron entre 500 y 800 mil toneladas desde el año 2000, lo que representa casi el 14% de la producción mundial de atún y alrededor de 1.700 millones de dólares estadounidenses valor ex buque en 2012. El asesoramiento en materia de ordenación de los atunes tropicales del OPO en la CIAT se ha basado tradicionalmente en un enfoque de "mejor evaluación". Dos especies, el patudo (BET) y el atún aleta amarilla (YFT), se evalúan a través de modelos formales de evaluación de poblaciones, mientras que el estado del atún barrilete (SKJ) se ha asumido hasta hace poco en función del estado de BET (aunque se ha realizado una evaluación interina en 2022 y una evaluación de referencia en 2024). El personal de la CIAT concluyó que sus evaluaciones de existencias BET (2018) e YFT (2019) no eran fiables para ser utilizadas como base para proporcionar asesoramiento de gestión. Aunque los indicadores de la situación de las poblaciones (tendencias de las capturas, CPUE, etc.) producidos para las tres especies se utilizan a menudo en apoyo de las evaluaciones, no se ponen en práctica, por ejemplo, en una RCE para vincularlos a acciones de gestión específicas

predeterminadas y preacordadas. Cuando se carece de evaluaciones confiables (como en el caso del BET en 2018 o del YFT en 2019 y 2024), actualmente no existe un proceso cuantitativo por defecto para proporcionar asesoramiento de ordenación. Las evaluaciones se mejoraron, lo que dio lugar a nuevas evaluaciones de referencia en 2020, pero persisten varias incertidumbres. Para superar los problemas con las evaluaciones actuales para BET y YFT, el personal propuso recientemente un análisis de riesgo ponderado de múltiples modelos que considera la incertidumbre de la estructura del modelo de evaluación y los parámetros (2020). La incorporación de la incertidumbre de la evaluación en el asesoramiento de ordenación es una mejora con respecto al enfoque anterior, lo que permite la evaluación de las declaraciones probabilísticas incluidas en la RCE actual. Sin embargo, el personal de la CIAT reconoce problemas no resueltos en curso en la comprensión de las poblaciones que pueden tener grandes implicaciones de ordenación para la pesquería combinada de atún tropical, que está basada en función de la especie que necesita la ordenación más estricta (BET en la historia reciente, véase la figura 1).

El personal propuso dos lugares para abordar los problemas actuales y mejorar el asesoramiento de gestión: 1) mejorar las evaluaciones de las poblaciones y 2) continuar con la EEO en curso para los atunes tropicales (uno de los principales objetivos del [Plan Científico Estratégico](#) de la CIAT). La CIAT ha adoptado elementos de una estrategia de ordenación para los atunes tropicales en el OPO, como [la RCE interina](#) y los puntos de referencia, pero puede ser necesario refinar algunos elementos (por ejemplo, la especificidad de los objetivos de gestión, la probabilidad de estar por encima de los puntos de referencia objetivo) y otros elementos añadidos (por ejemplo, tipo, duración y derivación de las acciones de ordenación) para constituir una estrategia completa (ver SAC-15-08). En cuanto al componente técnico del trabajo de la EEO, en 2016 y 2018 se realizó un trabajo inicial de pruebas de simulación de una RCE simplificado y se ha avanzado sustancialmente en el desarrollo de modelos operativos, en particular para el patudo. Sin embargo, un proceso adecuado de EMS requiere una especificación completa de estrategias alternativas para evaluar, para lo cual se desea el aporte y la participación de los gerentes y otras partes interesadas. Aunque no existen canales de comunicación formales dedicados a EEO (como un Grupo de Trabajo, tal y como recomendó el Comité en su 14<sup>a</sup> reunión para su consideración por parte de la Comisión) dentro de la CIAT, las reuniones del Comité Científico Asesor (CCA) y los talleres sobre EEO brindan oportunidades para el diálogo, la comunicación y la capacitación sobre EEO. Los talleres introductorios de EEO se llevaron a cabo en Panamá (2015) y Estados Unidos (2018), dirigidos a gerentes, y otros [cinco](#), dirigidos a la industria del atún, tuvieron lugar durante 2019 en Colombia, Ecuador, México, Panamá y Estados Unidos. Se han realizado tres talleres con el financiamiento de la Unión Europea como parte del plan de trabajo de [la MSE 2018-2023](#). El [1er taller sobre EEO para pesquerías de atunes tropicales en el OPO organizado por la CIAT](#) (sobre objetivos y métricas de rendimiento) se celebró en persona en diciembre de 2019. El [2do taller de EEO organizado por la CIAT](#) (sobre puntos de referencia y reglas de control de cosecha) se celebró virtualmente durante 2021. El [3er taller EEO de atún tropical de la CIAT](#) se celebró (también por videoconferencia) a finales de 2022.

Este documento describe el trabajo realizado en los dos componentes del trabajo en curso de EEO para pesquerías de atunes tropicales para los años 2021 a 2024: 1) continuación del desarrollo técnico, 2) organización y facilitación de talleres de diálogo / comunicación con las partes interesadas. Ambos componentes de la labor de la EEO han sido realizados por un contratista financiado con fondos externos o una combinación de fondos externos y de la CIAT hasta finales de 2023, en colaboración con personal de la CIAT. A partir de 2024, el trabajo de EEO ha continuado con el establecimiento de un nuevo puesto permanente del personal de la CIAT para los temas de estrategias de extracción. Aunque el SAC-10 y subsecuentes sesiones del CCA apoyaron el plan de trabajo de la [EEO](#) y recomendaron que se siguiera prestando apoyo financiero para esta labor, el retraso actual en las reuniones de la CIAT y las incertidumbres de financiación debido a la COVID-19 fueron un desafío para la continuación de la

financiación de la labor de la EEO más allá de 2020. Financiamiento fue otorgado por una contribución de la Unión Europea para el MSE de atunes tropicales desde 2021 hasta finales de 2023. En la 98ª reunión de la CIAT (18-22 de octubre de 2021) se decidió que el personal, en consulta con el SAC, presentará a la Comisión para su consideración en 2024 una propuesta de estrategia de captura para el patudo, incluidas las posibles medidas de gestión que se tomarán en diversas condiciones de población. El trabajo técnico inicial se inició con un conjunto de modelos operativos basados en los resultados de la evaluación de referencia del patudo de 2020, que presentó un preocupante patrón bimodal en las cantidades de ordenación (un grupo de modelos con estimaciones de biomasa por encima del nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible ( $B_{RMS}$ ), otro grupo por debajo de  $B_{RMS}$  con poca probabilidad entre ambos), junto con un cambio aparente de régimen en el reclutamiento que coincide con el aumento de las capturas de cerco sobre objetos flotantes en la década de 1990. Recientemente, los cambios considerables introducidos en el modelado del patudo (SAC-15-02) relacionados con los datos, la biología y las especificaciones del modelo tras las recomendaciones del panel de las dos recientes revisiones externas de las evaluaciones de poblaciones ([RVMTT-01-RPT](#) y [RVDTT-01-RPT](#)) eliminaron el cambio aparente de régimen en las estimaciones de reclutamiento y el patrón bimodal en las cantidades de ordenación. Estos cambios, junto con la opinión del personal que evoluciona con respecto a cambios potenciales a los puntos de referencia objetivo para los atunes tropicales en el OPO (SAC-15-05), impulsaron al personal a revisar el plan de trabajo para la EEO del atún patudo con el reemplazo del conjunto original de modelos operativos con un nuevo conjunto de modelos operativos derivados de la evaluación de referencia del atún patudo de 2024, así como la incorporación de RCE y puntos de referencia alternativos propuestos. El cronograma revisado incluye el trabajo de EEO para el patudo durante 2024 y 2025, con planes para expandir el trabajo de EEO para los otros atunes tropicales (probablemente el barrilete después y luego el aleta amarilla), ahora que se ha asegurado la financiación para la continuación del trabajo de EEO para los atunes tropicales del OPO.

### **3. PLAN DE TRABAJO**

#### **3.1. ALCANCE DEL TRABAJO**

El plan de trabajo actual combina el desarrollo técnico de la EEO para los atunes tropicales y una serie de talleres para capacitar y mejorar el diálogo y la comunicación entre todas las partes interesadas con respecto al proceso de la EEO. Las pesquerías tropicales de atún en el OPO son multiespecíficas (BET, YFT y SKJ), sin embargo, la ordenación se ha basado en la especie que necesitan el manejo más estricto utilizando los resultados de las evaluaciones de poblaciones de especies individuales de BET y YFT. Históricamente, el estado estimado de BET ha determinado la ordenación de los atunes tropicales (ver Tabla 1) y, por lo tanto, fue seleccionado como el foco inicial del trabajo de EEO para atunes tropicales en la CIAT. Aunque el objetivo final es evaluar las estrategias de captura en un contexto multiespecífico, la experiencia de las OROP y otras organizaciones muestra que los procesos de EEO llevan varios años, incluso para una sola especie. Dados los fondos limitados y así como el tiempo disponible para la EEO de atunes tropicales en el OPO en ese momento, se decidió comenzar con BET en el trabajo técnico, con planes de agregar las otras especies (YFT, SKJ) a medida que se mejoren sus modelos de evaluación poblacionales actuales, y sujeto a la disponibilidad de financiación del trabajo. La participación de las partes interesadas se ha centrado en el diálogo sobre las tres especies, y se espera que el trabajo técnico realizado para BET ayude en el trabajo de EEO sobre YFT y SKJ a medida que mejoren sus modelaciones poblacionales. Por lo tanto, el trabajo en curso de la EEO concluirá el trabajo sobre el atún patudo, pasando a las otras especies de atunes tropicales hacia el final del plazo

#### **3.2. OBJETIVOS**

El objetivo general es desarrollar, evaluar e implementar estrategias de ordenación sostenible para los atunes tropicales en el OPO, continuando el proceso de EEO en curso en la CIAT. Los objetivos específicos

son proporcionar las herramientas para realizar la EEO y mejorar la comprensión y la comunicación de las partes interesadas sobre el proceso de la EEO, obtener objetivos, métricas de desempeño, reglas de control alternativas, especificación de riesgos y otros elementos a utilizar en la EEO. El desarrollo de materiales de talleres de EEO y recursos en línea, junto con la realización de talleres con administradores, la industria y otras partes interesadas permitirá la comunicación de los resultados y retroalimentación del proceso de EEO.

### 3.3. IMPLEMENTACION

El trabajo constó de dos componentes que evolucionaron en sinergia: 1) desarrollo técnico y ejecución del trabajo de simulación de EEO para evaluar estrategias alternativas de ordenación, 2) mejorar el diálogo con las partes interesadas y la comunicación bidireccional de los insumos requeridos para el EEO, mediante el desarrollo de recursos y talleres en línea (ver cronograma de implementación en la Tabla 2). Ambos componentes se describen a continuación:

#### 3.3.1. COMPONENTE TECNICO

El trabajo técnico de EEO implica escribir, probar e implementar códigos de computadora y modelos para atunes tropicales (continuando el trabajo en curso con BET) bajo explotación siguiendo estrategias de extracción alternativas simuladas, resumiendo los resultados y comunicándolos de manera efectiva. La EEO se está estructurando como un sistema modular que consta de tres componentes principales (Acondicionamiento, Proyección y Evaluación) en torno a varios tipos de modelos, incluidos modelos operativos (MO), modelos de muestreo, modelos de estimación (ME), modelos de ordenación y modelos de resumen. Tanto los MO como los ME se implementan en la plataforma de evaluación de poblaciones *Stock Synthesis*, utilizando un código personalizado similar en estructura y funcionalidad al utilizado para la reciente EEO del atún albacora del Pacífico norte y la EEO en curso del atún aleta azul del Pacífico.

- **MOs** describen la población real asumida (bajo diferentes escenarios de crecimiento, mortalidad natural, pendiente de la relación reproductores/reclutas, regímenes de productividad) y la dinámica pesquera (selectividad, capturabilidad) se están implementando en la plataforma de modelado *Stock Synthesis*. Tanto la incertidumbre estructural como la de los parámetros se consideran al desarrollar los MOs, que se ponderarán utilizando una combinación de métodos bayesianos (MCMC, para los parámetros del modelo) y cuadrículas en modelos con estructura diferente. Como se menciona en la sección de Antecedentes, aunque el trabajo inicial se comenzó utilizando el conjunto de modelos desarrollados para el Análisis de Riesgo de Patudo 2020 como base de la cuadrícula de MOs (Figura 2), el trabajo final de EEO se llevará a cabo utilizando los modelos desarrollados para la evaluación de referencia de 2024 como base de la cuadrícula de MO (Figura 3). Las principales incertidumbres estructurales del conjunto de modelos del patudo de 2024 que se incorporarán a la EEO como estados de naturaleza alternativos incluyen 36 configuraciones de modelos con diferentes supuestos sobre el crecimiento individual, la selectividad de las pesquerías (algunas asintóticas o todas con forma de domo), la inclinación de la relación población-reclutamiento de Beverton-Holt (valores de  $h$ : 1.0, 0.9, 0.8), mortalidad natural (valores de  $M$  para machos adultos: 0.1, 0.12, 0.125, 0.13) y tres tasas de aumento anual de la capturabilidad de palangre (0%, 1%, 2%).
- **Modelos de muestreo** definen cómo se recopilan los datos (por ejemplo, capturas, composiciones de tallas de peces, CPUE) de la población "verdadera" simulada (incluida la incertidumbre de la observación, el efecto del error de observación y el sesgo). La funcionalidad *bootstrap* de *Stock Synthesis* se utiliza para generar los datos observados.
- **MEs** utilizan los datos simulados para derivar el estado y las tendencias percibidos de las poblaciones, ya sea utilizando modelos de evaluación simplificados o indicadores empíricos del estado de las

poblaciones (por ejemplo, tendencias de CPUE de palangre), lo que permite evaluar su valor como elementos reales de las RCE empíricas (basados en datos). Una de las razones para utilizar modelos de evaluación simplificados es que a menudo es computacionalmente prohibitivo tratar de replicar modelos de evaluación de la complejidad utilizada durante las evaluaciones de referencia reales, dado que, como parte de la EEO, los ME tendrían que realizarse potencialmente miles de veces dependiendo del diseño de la evaluación. Además de las complejidades para tratar de simular evaluaciones complejas de la vida real, las evaluaciones de referencia para BET y YFT en el OPO se realizan actualmente utilizando varios modelos de referencia diferentes que posteriormente se ponderan para calcular las cantidades de ordenación utilizadas para las recomendaciones de ordenación. En el marco de EEO actual se están utilizando ME simplificados alternativos, como los modelos de producción estructurados por edad con desviaciones del reclutamiento (ASPM-R). Actualmente se están explorando RCE empíricos alternativos basados en el CPUE de palangre. Los indicadores de la situación de las poblaciones (como los basados en el tamaño de los peces en la captura, las CPUE de otras flotas) calculados y comunicados periódicamente por el personal de la CIAT, así como por otros actualmente en desarrollo (índice de boyas), también podrían incorporarse y evaluarse como componentes de RCE empíricas en el futuro.

- **Modelos de ordenación** utilizan el estado y las tendencias percibidas de las poblaciones para derivar medidas de ordenación (por ejemplo, días de veda de pesquerías, límites de captura). Se incorporará la incertidumbre de la aplicación en la relación entre los cambios previstos y realizados en la mortalidad por pesca (0%, 10%, 20% de error de implementación) para representar los diferentes enfoques de implementación de las RCE (por ejemplo, días de veda, umbrales individuales por buque, límites de plantados activos). Se utiliza este enfoque porque se desconoce la relación real para algunas de estas medidas y en esta etapa solo puede representarse el orden de magnitud. Se estudiará la periodicidad alternativa en la aplicación de los cambios de ordenación, de la anual a la trienal, para reflejar las recomendaciones formuladas durante las recientes reuniones del CCA. El plan actual es evaluar tres RCE alternativas para la EEO de atún patudo (Figura 5), uno refleja la RCE actual utilizada para los atunes tropicales del OPO en la CIAT, la segunda es una RCE más moderado al disminuir gradualmente la tasa de explotación entre el objetivo y el límite, y la tercera RCE es más conservadora al tener un límite de biomasa más alto, menor tasa de explotación objetivo y cambios graduales entre el objetivo y el límite. Dados los posibles cambios en la interpretación de los puntos de referencia objetivo y su relación con el RMS (ver resolución [C-23-06](#) y SAC-15-05), se considerarán puntos de referencia objetivo alternativos y puntos de control de las RCE, incluyendo  $B_{30\%}$  y  $F_{30\%}$ . Las RCE se aplicarían en un ciclo de 1 o 3 años con controles de esfuerzo (días de cierre) para flotas de superficie y límites de captura para flotas de palangre. Las entradas de datos para las RCE serán el índice estandarizado japonés de palangre de abundancia y capturas totales.

- **Modelos de resumen** utilizarán métricas de desempeño (por ejemplo, variabilidad en la captura, probabilidad de caer por debajo de los puntos de referencia objetivo o límite) para evaluar el desempeño relativo de las estrategias alternativas en el logro de los objetivos de manejo e informar los costos/beneficios cuantitativos relativos entre distintos objetivos. Para proporcionar una interfaz fácil de usar para acceder y explorar los resultados, se está desarrollando una interfaz gráfica, similar a la que ya se está utilizando durante los recientes talleres de EEO (ver Figura 4).

Los MOs están condicionados (un proceso para garantizar la coherencia con los datos históricos) de manera similar al proceso involucrado en el ajuste a un modelo de evaluación poblacional, pero permiten procesos adicionales (por ejemplo, parámetros variables en el tiempo) según el escenario considerado. Los parámetros de los MOs se fijan para representar la dinámica de población "verdadera" subyacente. Las proyecciones se realizan con reclutamiento estocástico y disposiciones para incorporar otras dinámicas futuras estacionarias o direccionales. El procedimiento básico del componente de modelado

de la EEO incluye los siguientes pasos, que deben modificarse según sea necesario (lo ilustramos con base en un ciclo de ordenación de tres años, pero el mismo enfoque puede utilizarse para otros ciclos, es decir, de un año):

1. Ajustar un conjunto de modelos de evaluación a los datos históricos en escenarios alternativos de la población y las pesquerías. Esto proporciona los parámetros de los MOs que se fijarán para los análisis.
2. Compilar los datos históricos y la estructura de los MOs que se utilizarán en modelos de evaluación simplificados (es decir, agrupación de pesquerías, complejidad reducida del modelo) o indicadores de estado y tendencias de las poblaciones (por ejemplo, CPUE de palangre, índice de cerco estandarizado simulado).
3. Proyectar los MOs para periodicidades de ciclo de ordenación alternativos (por ejemplo, 1 año o 3 años) utilizando la acción de ordenación derivada de una RCE de una estrategia candidata utilizando datos simulados y desviaciones aleatorias de reclutamiento (error del proceso). Esto actualiza la trayectoria de las acciones durante 3 años.
4. Cambiar los archivos de datos de los OM actualizados a) agregando 1 o 3 años al año final del modelo; b) poner la captura calculada a partir de los años proyectados a partir de (3) en capturas (incorporando variabilidad adicional, como error de implementación) de los 3 años actualizados; c) poner los reclutamientos aleatorios utilizados en el período proyectado en los 3 años actualizados; y d) agregar datos simulados (CPUE, composición de longitud y promedio de tamaño de muestra de los últimos cinco años para la composición de longitud) al archivo de datos para los 3 nuevos años.
5. Utilizar las funciones de *bootstrap* para generar observaciones de captura "percibidas", CPUE y composición de tallas de peces para todo el período de tiempo (período histórico y de pronóstico). Actualice los datos de pesca reemplazando los datos de captura y con datos simulados mediante *bootstrap* solo para los 3 años actualizados.
6. Repetir (2) - (5) tantas veces como posible.
7. Repetir (2) – (6) tantas veces como desee con diferentes reclutamientos aleatorios.
8. Repetir (1) – (7) para cada escenario y estrategia candidata. Las desviaciones aleatorias de reclutamiento y los datos simulados para el período histórico serán los mismos en todos los escenarios para eliminar el impacto de los reclutamientos aleatorios al hacer comparaciones entre diferentes escenarios y estrategias candidatas.
9. Los resultados se resumirán en todas las estrategias candidatas para diferentes métricas de desempeño para ilustrar las ventajas y desventajas entre diferentes objetivos y entre estrategias de ordenación candidatas en el logro de los objetivos de ordenación al compararlas entre sí.

El éxito y la relevancia del trabajo técnico depende de los insumos sobre los elementos de la EEO, como los objetivos de ordenación, las métricas de desempeño, y la especificación de las RCE.

### **3.3.2. COMPONENTE DE DIALOGO DE PARTES INTERESADAS**

Las estrategias se basan en la elección de tácticas (cierres temporales o espaciales, límites de captura o esfuerzo) para lograr los objetivos de ordenación. Si los objetivos de ordenación no son explícitos y claros, las estrategias alternativas no pueden evaluarse de manera realista. Dado que no hay canales de comunicación dedicados a la EEO dentro de la CIAT, las reuniones del CCA (si el tiempo lo permite) y los talleres recientes (como los talleres de la industria de 2019 y los talleres específicos de EEO organizados por la CIAT) han brindado la oportunidad de diálogo, comunicación y capacitación sobre la EEO, junto con las discusiones iniciales sobre los posibles objetivos de ordenación alternativos y otros elementos de las



EEO. Este componente del proyecto consiste en proporcionar capacitación y mejorar el diálogo / comunicación entre científicos, administradores y otras partes interesadas con respecto al proceso de EEO para atunes tropicales a través de la facilitación de una serie de talleres entre 2021 y 2023. El trabajo consiste en el desarrollo / adaptación de materiales para talleres de EEO y recursos en línea para las pesquerías de atún tropical del OPO, incluidas presentaciones y sesiones de trabajo prácticas. Como parte de este proyecto, se han llevado a cabo tres talleres patrocinados por la CIAT y financiados por la UE con administradores, la industria y otras partes interesadas para mejorar la comprensión del proceso de EEO, obtener objetivos, métricas de desempeño, reglas de control alternativas y riesgos, así como para mostrar los resultados iniciales y recopilar comentarios. Durante el 3er taller de la CIAT sobre la EEO se presentó y modificó un cuadro resumido (Tabla 3) de Objetivos de ordenación, los Indicadores de Desempeño y otros elementos discutidos durante los talleres previos de la CIAT sobre EEO, que proporcionará la base para el siguiente paso del trabajo técnico. Se seguirá elaborando capacitación, materiales de comunicación e instrumentos interactivos en línea en inglés y español para mejorar la comprensión del proceso y los resultados de la EEO. Véase, por ejemplo, la herramienta de demostración de EEO en línea utilizada en talleres recientes:

[https://valeromaspez.shinyapps.io/TunaMSE\\_OPO\\_SPN/](https://valeromaspez.shinyapps.io/TunaMSE_OPO_SPN/)

Las partes interesadas han solicitado la creación de un Grupo de Trabajo dedicado al diálogo, que podría mejorar o sustituir a los talleres de EEO. En las recomendaciones de la 14ª reunión del CCA se pidió a la Comisión que considerara el Diálogo Ciencia-Gestión (SMD, por sus siglas en inglés) o talleres informales para continuar el proceso de EEO.

### 3.4. PRÓXIMOS PASOS

El cronograma propuesto para el trabajo técnico y los talleres es el siguiente (ver también Tabla 2), sujeto a modificaciones, por ejemplo, como con la [Resolución 17-02](#) con respecto a términos de referencia para talleres de EEO, o por otros eventos imprevistos como la reciente pandemia de COVID-19 que resultó en que los talleres 2º y 3er se llevaran a cabo a través de videoconferencias en lugar de en persona como se planeó originalmente. Estamos planeando celebrar al menos un taller durante 2024 y más durante 2025 para presentar los resultados de la EEO y planificar/recibir retroalimentación para la expansión del trabajo de EEO a las otras especies de atunes tropicales.

2024: Reuniones del CCA-15 y Reunión Anual de la CIAT: Reporte sobre plan actualizado de EEO

Taller(es) para mostrar los resultados actualizados de MSE, recopilar comentarios sobre los elementos de las estrategias de extracción (por ejemplo, PRO), planificar trabajos de evaluación adicionales

Implementación técnica de EEO actualizada con nuevos MO, trabajo de evaluación

2025: Taller(es) para discutir resultados de EEO, planear trabajo para resto de atunes tropicales

Reuniones del CCA-16 y Reunión Anual: Resultados de EEO de patudo y plan para resto de atunes tropicales

## 4. RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados mostrarán el desempeño de los puntos de referencia provisionales de la CIAT y el HCR, junto con alternativas, para los atunes tropicales bajo diferentes fuentes de incertidumbre, facilitando la adopción de una estrategia evaluada para los atunes tropicales según la [Resolución C-16-02](#). El foco inicial continuará siendo BET, que ha sido la especie que impulsa las medidas de manejo para los atunes tropicales en el OPO (Tabla 1, Figura 1), pasando a otros atunes tropicales hacia el final del proceso de evaluación para BET. Los resultados se utilizarán para informar al personal de la CIAT, a los comisionados

y a sus asesores científicos, a la industria y a otras partes interesadas, de modo que la estrategia actual pueda perfeccionarse, mejorarse o modificarse sobre la base de los resultados de la EEO. La presentación de informes sobre el progreso y los resultados del desarrollo de la EEO continuaran siendo realizados en reuniones periódicas del CCA, talleres de la EEO y otras reuniones, tanto como presentaciones, informes y materiales de comunicación. Este proyecto contribuye a al menos tres de los siete temas generales del [Plan Científico Estratégico de la CIAT: Pesca Sostenible](#) (Evaluación de la solidez de estrategias alternativas de captura con un tratamiento adecuado de la incertidumbre y el riesgo utilizando EEO, ampliamente reconocida como la mejor práctica para promover estrategias de gestión sostenible), Transferencia de *conocimientos y creación* de capacidad (Múltiples oportunidades para aportes, diálogo y capacitación de las partes interesadas) y *Excelencia científica* (Promover la capacitación y el avance del personal científico en el proceso de EEO y promover el avance de la investigación científica sobre la EEO).

Se espera que los resultados del proyecto sean utilizados por la Comisión o sus miembros en el desarrollo, evaluación y adopción de estrategias de ordenación robustas para las pesquerías de atunes tropicales en el OPO. Las herramientas desarrolladas durante el proyecto serán útiles en el futuro trabajo de EEO no solo para los atunes tropicales sino para otras especies relacionadas. Aunque el alcance del plan del trabajo de EEO es inicialmente en BET (como se describe en el plan de trabajo de EEO en el Plan Científico Estratégico 2019-2023 de la CIAT), este proyecto ayudará a expandir el proceso a las otras especies (YFT, SKJ) hacia el final del plan propuesto para el BET (Ver Tabla 2). La transición hacia la EEO para las otras especies tropicales (YFT y SKJ) se beneficiará del progreso continuo en sus respectivos modelos de evaluación de poblaciones, necesarios para desarrollar MOs para el trabajo de EEO para ambas especies.

## 5. DESAFIOS

Algunos de los desafíos enfrentados hasta ahora incluyen los impactos de la pandemia de COVID-19, como la imposibilidad de organizar talleres en persona, los cambios en el cronograma del plan de trabajo y las limitaciones debido a las reuniones virtuales. Otros problemas son la representación insuficiente o la ausencia de algunos CPC durante los talleres, junto con una rotación relativamente alta de representantes entre talleres. La posible creación de un Grupo de Trabajo sobre EEO podría ayudar a formalizar el proceso y mitigar algunos de los desafíos en materia de representación y rotación de representantes, además de optimizar el proceso de retroalimentación y diálogo. Las múltiples reuniones adicionales y extraordinarias de la Comisión durante 2020 y 2021 relacionadas con el establecimiento de consenso para el establecimiento de nuevas medidas de conservación centraron el foco del personal, los comisionados, la industria y otras partes interesadas en las necesidades inmediatas para establecer el próximo ciclo de gestión y limitaron el tiempo disponible para el trabajo estratégico, como se necesita para el trabajo de EEO. Se espera que algunos de estos desafíos se vean aliviados por el fin de la pandemia de COVID, la extensión del plan de trabajo y el establecimiento de un puesto permanente para continuar el trabajo sobre estrategias de extracción en la CIAT.

La implementación de evaluaciones de poblaciones fiables que actúen como modelos operativos es una parte esencial del proceso de EEO. La evaluación del BET ha ido evolucionando a lo largo del tiempo y recientemente se han introducido varias mejoras sustanciales. La evaluación del BET de 2020 siguió presentando incertidumbres considerables y aunque los modelos de la evaluación cubrieron una gama de incertidumbres, esto dio lugar a modelos operativos que pueden no resultar en la selección de la mejor estrategia si se hubiera dispuesto de un mejor conjunto de modelos operativos. La evaluación de 2024 resolvió muchos de los problemas estructurales de las evaluaciones del BET previas, por lo que usar dicha evaluación para los modelos operativos en la actualización de la EEO debería resultar en la selección de una mejor estrategia.

**TABLA 1.** Días de veda y medidas adicionales para pesquerías de cerco en el OPO recomendadas por el personal de la CIAT y vedas adoptadas por la CIAT, 2002-2023, junto a Resoluciones y multiplicadores de  $F$  ( $F_{RMS}/F$ ). YFT: aleta amarilla; BET: patudo. Actualizado de SAC-07-07g.

Año	Resolución	Multiplicador de $F$		Veda (días)	
		YFT	BET	Recomendada	Implementada
2002	C-02-04	1.12	1.85	31	31
2003	C-03-12	1.2	0.79	61 + med. adic. <sup>[1]</sup>	42
2004	C-04-09	1.12	0.62	61 <sup>[2]</sup> + med. adic. <sup>[3]</sup>	42
2005	C-04-09	0.83	0.57	61 + med. adic. <sup>[3]</sup>	42
2006	C-04-09	1.02	0.68	61 + med. adic. <sup>[4]</sup>	42
2007	C-06-02	0.88	0.77	74	42
2008	Ninguna	1.13	0.82	84	49
2009	C-09-01	1.09	0.81	84	59
2010	C-10-01	1.33	1.13	62	62
2011	C-11-01	1.13	0.93	62	62
2012	C-12-01	1.15	0.95	62-74 <sup>[5]</sup>	62
2013	C-13-01	1.01	1.05	62	62
2014	C-13-01	1.21	1.04	62	62
2015	C-13-01	1.11	1.14	62	62
2016	C-17-01	1.02 (0.92) <sup>[6]</sup>	1.05 (0.94) <sup>[6]</sup>	87	62 + OBJ DEL límite de captura <sup>[7]</sup> , cambio a 72 días OBJ, UNA y 62 DEL
2017	C-17-02	1.03 (0.97) <sup>[8]</sup>	1.15 (1.08) <sup>[8]</sup>	72	72
2018	C-17-02	0.99	0.87 <sup>[9]</sup>	72+ med. adic. <sup>[12]</sup>	72
2019	C-17-02	0.89 <sup>[10]</sup>	Sin evaluación	72+ med. adic. <sup>[12]</sup>	72
2020	C-20-06	1.61	0.7 / 1 / 1.44 <sup>[11]</sup>	72+ med. adic. <sup>[12]</sup>	72
2021 - 2023	C-21-04	Sin evaluación	Sin evaluación	72+ med. adic. <sup>[12]</sup>	72+ BET UIB

[1] 61 días adicionales entre 90°O y 150°O de 5°N a 10°S

[2] Cierre de 2-meses, que es 61 días para la mayoría de las combinaciones

[3] Una de tres opciones: (1) cierre de 6-meses de PS O de 95°O entre 8°N y 10°S; (2) cierre de 6-meses para cerco en OBJ O de 95°O; (3) límite de captura anual de BET por cada buque cerquero con observador de 500 t

[4] 95 días adicionales para pesquería de cerco para BET en objetos flotantes

[5] 74 días luego de ajustar por capacidad

[6] Número en ( ) corregido por incremento en capacidad cerquera, 11.2% mayor a promedio de 3-años

[7] Emendado por resolución C-17-02

[8] Número en ( ) corregido por incremento en capacidad cerquera, 6.7% mayor a promedio de 3-años

[9] [10] Evaluaciones determinadas no confiables para proveer recomendaciones

[11] Calculado de modelos pesimistas / conjunto / optimistas del análisis de riesgos para BET

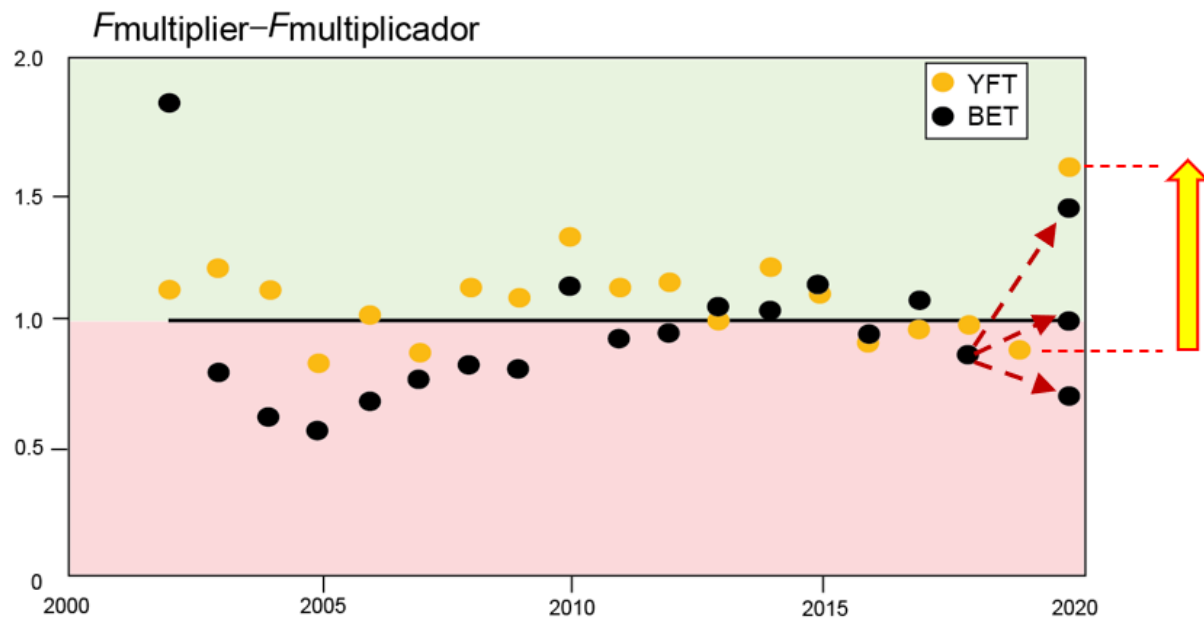
[12] Límites en el número of OBJ y/o lances no asociados y limites por buque

**TABLA 2.** Cronograma para el plan de trabajo actual de Evaluación de Estrategias de Ordenación (EEO) para (2024-2028).

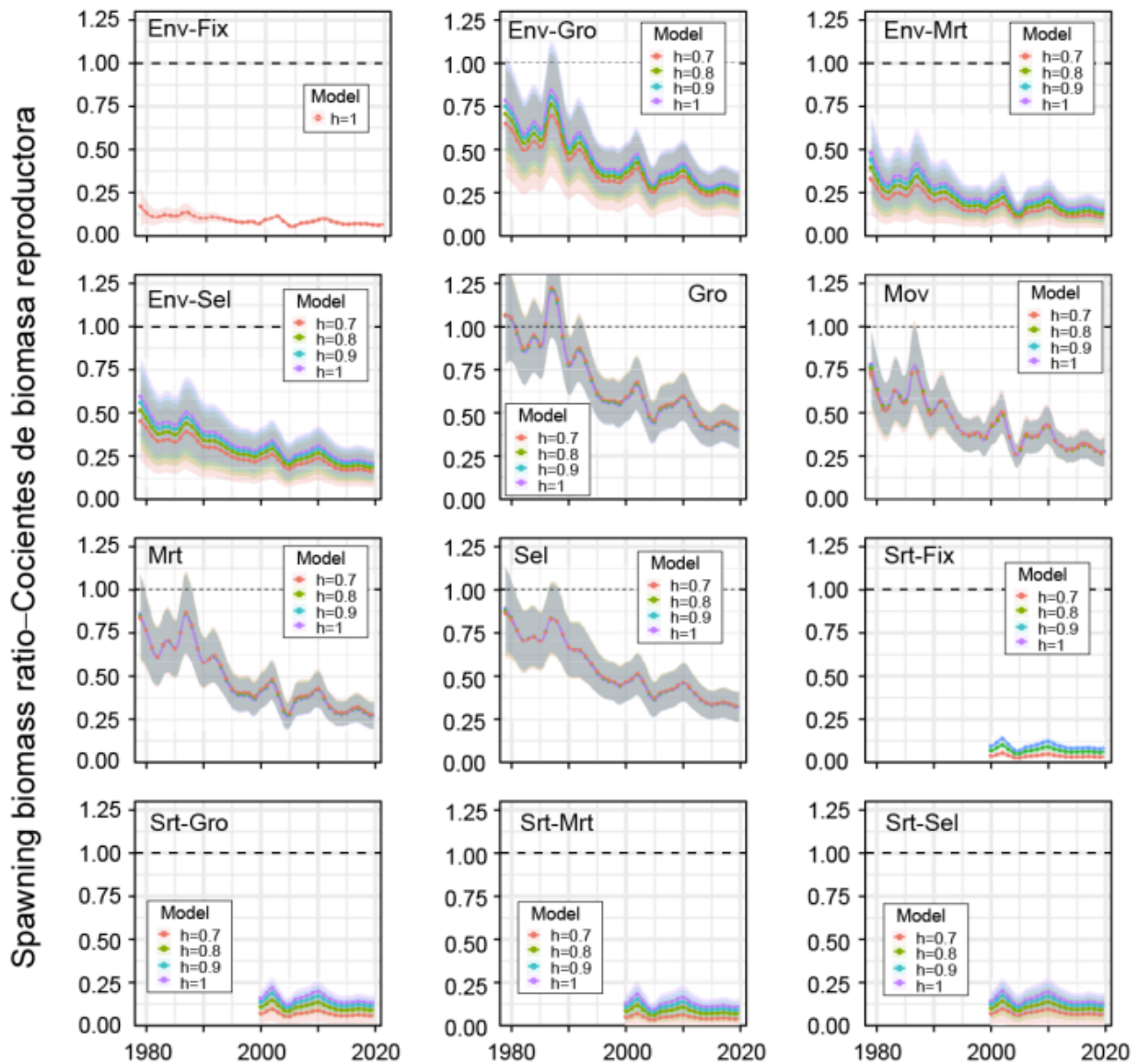
	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
<b>CCA</b>	Evaluar la condición de la población	Segunda ejecución de la EEO			
<b>AM</b>	Ejecución inicial de la EEO	Seleccionar/adoptar PM para BET Establecer medidas (2026-2028)			Establecer medidas (2029-2031)
<b>Trabajo del personal</b>	Actualizar EEO, nuevos MO	Comenzar EEO para SKJ o YFT  Comprobar circunstancias excepcionales	Recopilar datos para PM  Ejecutar PM  Comprobar circunstancias excepcionales	Recopilar datos para PM  Ejecutar PM  Comprobar circunstancias excepcionales  Evaluar la condición de la población	Comprobar circunstancias excepcionales

**TABLA 3.** Objetivos, cantidades e indicadores de desempeño resumidos en el 3er Taller CIAT de EEO. Amarillo indica elementos aún no completamente definidos.

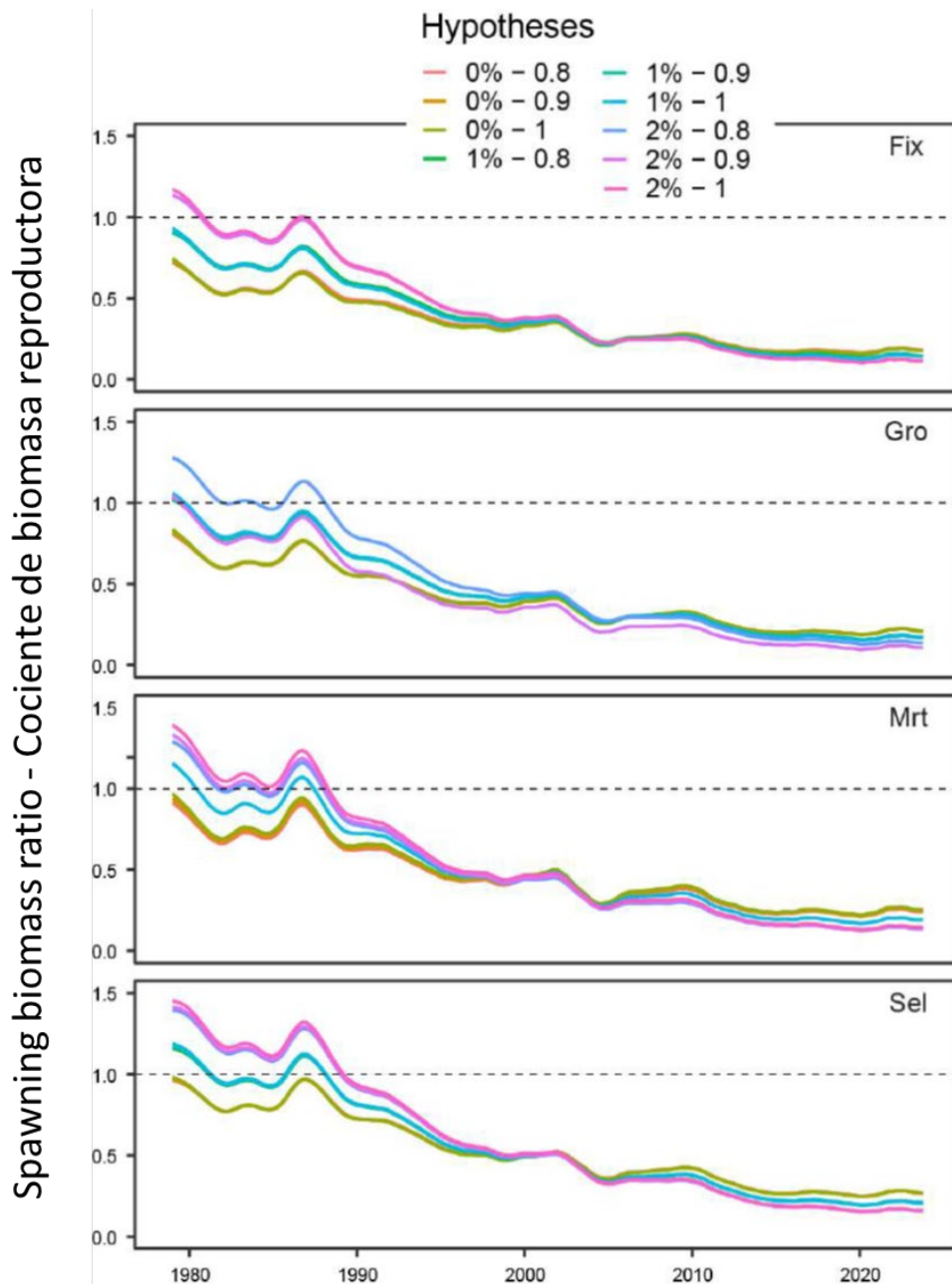
<b>OBJETIVO</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Indicadores de desempeño</b>
<b>Seguridad</b> Mantener poblaciones por encima de los puntos de referencia límite	<i>Biomasa reproductora virgen de equilibrio <math>SB_0</math></i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 10% probabilidad SB bajo 7.7% de <math>SB_0</math></li> <li>• &lt; 5% probabilidad SB bajo 7.7% de <math>SB_0</math></li> </ul> < 10% P SB < $SB_{msy}$ $F_{lim}$ (< 5% P $F > F_{msy}$ )	Proporción de $SB_{yr}$ sobre $SB_0$ Probabilidad calculada en 30 años de proyección (Todos los años, cualquier año por réplicas)
<b>Estado</b> Mantener poblaciones en el cuadrante verde de la grafica de Kobe	$SB \geq SB_{MSY}$ dinamica y $F < F_{MSY}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• 60% probabilidad</li> <li>• 75% probabilidad</li> </ul>	% de corridas simuladas que caen en el cuadrante verde de Kobe Probabilidad calculada sobre 30 años proyectados
<b>Estabilidad</b> Mantener baja variabilidad en límites de captura y esfuerzo, cambios graduales en las medidas de ordenación. Topes al 10% (esfuerzo), 15% (captura)	Desviación típica de la captura anual, esfuerzo Variación proporcional interanual media (captura, esfuerzo)	Variación porcentual de las capturas y/o del esfuerzo entre años. Calculado sobre 3, 15 y 30 años proyectados
<b>Rendimiento/Abundancia</b> Mantener capturas/esfuerzo/CPUE por encima de los rangos históricos	Captura/esfuerzo/CPUE promedio por pesquería (PS y LL) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1994-2019 (<i>desde expansion de FADs</i>)</li> <li>• 2017-2019 (<i>status quo reciente</i>)</li> </ul>	Relación entre el promedio proyectado de captura/esfuerzo/CPUE de 3, 15 y 30 años por pesquería durante el período histórico
<b>Status quo</b> Mantener stocks en niveles cercanos al status quo (2017-2019)	Biomasa reproductora, índice (LL CPUE)	Relación del SB promedio proyectado de 3, 15 y 30 años, índice (LL CPUE) durante el período de status quo (2017-2019)



**FIGURA 1.** Series temporales del  $F_{\text{multiplicador}}$  ( $F_{\text{RMS}}/F_{\text{reciente}}$ ) estimada para aleta amarilla (YFT) y patudo (BET), estimados por sus respectivas evaluaciones poblacionales entre 2002 y 2020. El área en rojo (menor que 1) indica que la mortalidad por pesca reciente ha excedido la estimada asociada al RMS. Las evaluaciones de poblaciones de 2022 para YFT y BET fueron basadas en un enfoque de múltiples modelos ponderados, con resultados bimodales para las cantidades de ordenación para BET. La figura muestra las dos modas y el resultado en conjunto.

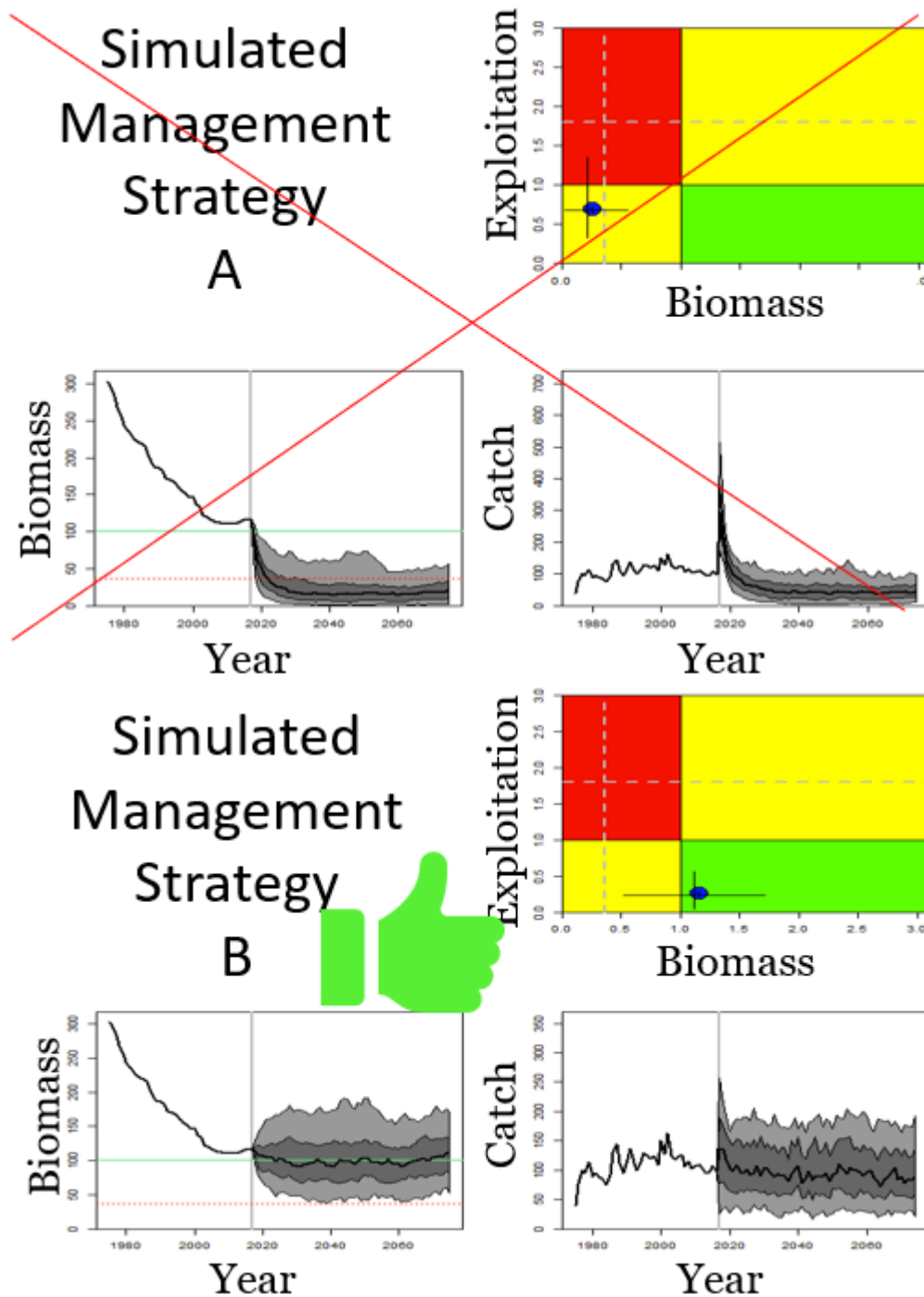


**FIGURA 2.** Comparación entre cocientes de reducción de biomasa reproductora estimada para atún patudo (BET) en el Océano Pacífico Oriental para cada modelo de referencia utilizado en la evaluación de referencia del año 2020 (Xu et al., 2020) bajo distintos supuestos sobre la pendiente ( $h$ ) de la relación stock reproductor y reclutas de Beverton-Holt. Las áreas sombreadas representan los intervalos de confianza del 95%.

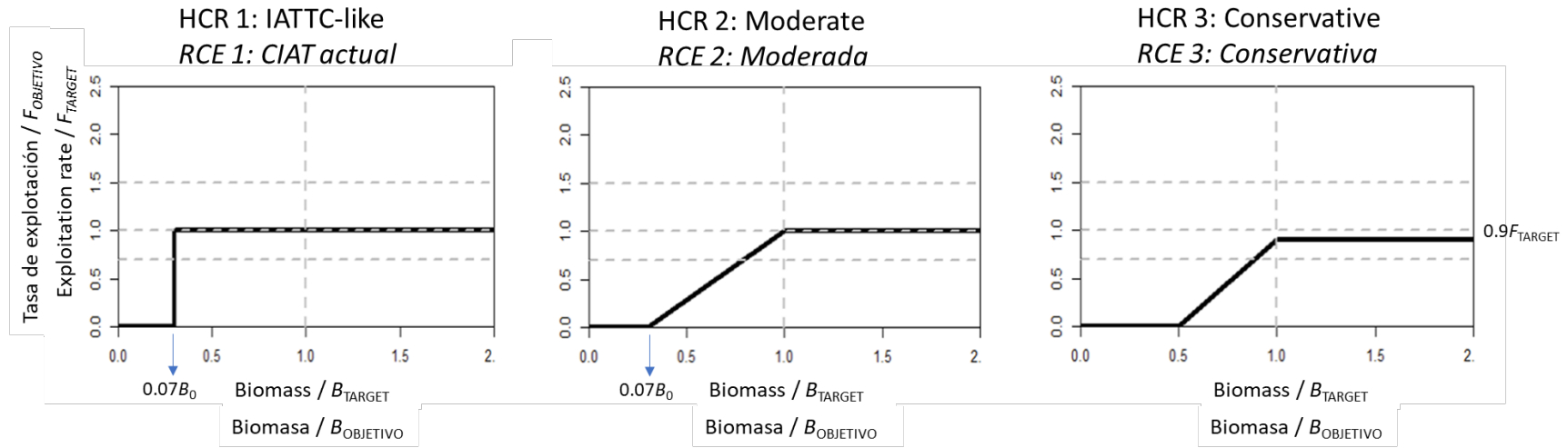


**FIGURA 3.** Comparación del cociente de biomasa reproductora estimado del patudo en el Océano Pacífico oriental de cada modelo de referencia utilizado en la evaluación de referencia de 2024 (modificada de Xu *et al.*, 2024) bajo diferentes supuestos sobre la tasa de cambio en la capturabilidad de estudio y la inclinación de la relación población-reclutamiento de Beverton-Holt (colores de las líneas) para cada uno de los modelos bajo diferentes configuraciones de crecimiento, mortalidad natural y selectividad de la pesquería (paneles).





**FIGURA 4.** Capturas de pantalla de la aplicación interactiva en línea para ilustrar los componentes de EEO para BET en el OPO, disponibles en: [https://valeromaspez.shinyapps.io/TunaMSE\\_OPO\\_SPN/](https://valeromaspez.shinyapps.io/TunaMSE_OPO_SPN/)



**FIGURA 5.** Reglas de Control de Extracción (RCE) alternativas discutidas durante el 3<sup>er</sup> Taller de la CIAT sobre EEO de atunes tropicales como candidatos para evaluación durante la EEO de atún patudo.  $B_{\text{OBJETIVO}}$  y  $F_{\text{OBJETIVO}}$  son cantidades basadas en el RMS o  $B_{30\%}$  y  $F_{30\%}$ .