

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

14<sup>a</sup> REUNIÓN

La Jolla, California (EE. UU.)

15-19 de mayo de 2023

## DOCUMENTO SAC-14-08

### MEJORAS POTENCIALES A LA EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE ATÚN BARRILETE DEL OPO PARA LA EVALUACIÓN DE REFERENCIA DE 2024

Mark N. Maunder

#### RESUMEN

La evaluación de la población de atún barrilete (SKJ; *Katsuwonus pelamis*) en el Océano Pacífico oriental (OPO), realizada en 2022, fue la primera evaluación realizada por el personal científico de la CIAT desde 2005 y es también la primera evaluación convencional considerada fiable por el personal para su uso en el asesoramiento de ordenación. Dicha evaluación se realizó empleando un enfoque estadístico integrado de captura por talla estructurado por edad utilizando Stock Synthesis (Methot y Wetzel, 2013). En 2022, la evaluación del barrilete se sometió a una [revisión externa](#) con el objetivo de mejorarla. El panel estuvo de acuerdo en que el enfoque básico de modelado de evaluación era sólido, pero tuvo algunas preocupaciones específicas sobre los dos índices de abundancia (palangre y boya con ecosonda), el nivel de mortalidad natural y su dependencia de la edad, y la selectividad con una marcada forma de domo para las pesquerías de cerco. También existen varias otras fuentes de información que se pueden utilizar para mejorar la evaluación del barrilete. Estas incluyen lecciones aprendidas en el desarrollo de las evaluaciones de los atunes aleta amarilla y patudo del OPO, lecciones de las evaluaciones de atunes y otras especies realizadas por otras organizaciones e información de la serie de talleres del CAPAM y otros talleres. Aunque se encontró que los resultados de la ordenación eran robustos ante estas incertidumbres, el asesoramiento de ordenación podría perfeccionarse a través de otras mejoras al modelo. Se ha desarrollado un nuevo enfoque utilizando modelos espaciotemporales para analizar los datos de mercado del barrilete y los resultados de este análisis se incluirán en la evaluación del barrilete. Este documento describe posibles mejoras a la evaluación del barrilete que se considerarán para la evaluación de referencia de 2024.

#### 1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de la población de atún barrilete (SKJ; *Katsuwonus pelamis*) en el Océano Pacífico oriental (OPO) realizada en 2022 (Maunder *et al.* 2022) fue la primera evaluación realizada por el personal científico de la CIAT desde 2005 y es también la primera evaluación convencional considerada fiable por el personal para su uso en el asesoramiento de ordenación. Dicha evaluación se realizó empleando un enfoque estadístico integrado de captura por talla estructurado por edad utilizando Stock Synthesis (Methot y Wetzel, 2013). Aunque el personal califica la evaluación como *provisional*, la considera fiable para el asesoramiento de ordenación. El término "provisional" se debe a que se espera que haya mejoras adicionales en la evaluación del barrilete conforme a la metodología y plan de trabajo propuestos en 2021 que están en curso para desarrollar una evaluación de la población de barrilete en el OPO que incluya datos de mercado (ver Documento [SAC-12-06](#)).

La evaluación de referencia anterior se llevó a cabo en 2005 utilizando la metodología ASCALA (Maunder y Harley, 2005). Se consideró que esta evaluación era preliminar y no resultaba fiable para el asesoramiento de ordenación debido a que no se sabía si la captura por día de pesca de las pesquerías de cerco era proporcional a la abundancia ni si la selectividad de cerco tenía forma de domo. Otros intentos de evaluar la condición de la población del barrilete en el OPO utilizaron una variedad de métodos (indicadores biológicos y de pesca, análisis de datos de marcado, un modelo de evaluación estructurado por talla y un Modelo Espacial de Dinámica de Poblaciones y Ecosistema (SEAPODYM), ver Maunder (2012)). La evaluación de la condición de la población del barrilete en relación con los puntos de referencia tradicionales (p. ej., basados en el RMS) no fue posible con estos métodos y el personal de la CIAT se basó en una justificación de Análisis de Productividad-Susceptibilidad (APS) para hacer inferencias sobre la condición de la población del barrilete. A través de esta justificación de evaluación de APS, dado que el barrilete y el patudo tienen aproximadamente la misma susceptibilidad al arte de cerco en el APS del OPO (Duffy *et al.* 2019), y el barrilete es la más productiva de las dos especies, se puede inferir que, si el patudo está saludable, el barrilete también lo está. Más recientemente, en 2020, el personal combinó la justificación del APS con los elementos cuantitativos del análisis de riesgos para los atunes tropicales en el OPO. Esta evaluación combinada de análisis de riesgos-APS indicó que la condición de la población de barrilete a principios de 2020, que reflejaba la condición de la población asociada a las condiciones de mortalidad por pesca de *statu quo* (2017-2019), era saludable.

Un avance importante de la implementación de la resolución [C-21-04](#) es que la justificación del APS utilizada anteriormente por el personal para evaluar el barrilete de manera provisional ya no es válida. Dado que las medidas adicionales establecidas en la resolución C-21-04 fueron diseñadas específicamente para evitar que se traspasen las condiciones de *statu quo* para el patudo ((la especie que necesita las medidas de ordenación más estrictas), estas medidas no evitan necesariamente el aumento de la mortalidad por pesca para las otras dos especies, en particular para el barrilete. Por ejemplo, el nuevo esquema de umbral de captura por buque para el patudo podría tener como resultado un cambio de estrategias de pesca por parte de los buques cerqueros, con una mayor mortalidad por pesca del barrilete. Por lo tanto, la condición de la población del barrilete solo puede medirse a través de una evaluación convencional. En 2021, el personal presentó un plan para desarrollar una nueva evaluación (*provisional*) para el barrilete ([IATTC 98 INF-F](#)), y la evaluación de 2022 fue el producto de ese plan.

En 2022, la evaluación del barrilete se revisó de forma independiente (ver el [Informe de la 1ª revisión externa de la evaluación del barrilete](#)) con el fin de mejorar la evaluación. Al panel de revisión se le encargó revisar y hacer recomendaciones tanto con respecto a la evaluación de 2023 como para un análisis de marcado y cómo usar ese análisis en evaluaciones futuras. El panel estuvo de acuerdo en que el enfoque básico de modelado de evaluación era sólido, pero tuvo algunas preocupaciones específicas sobre los dos índices de abundancia (palangre y boya con ecosonda), el nivel de mortalidad natural y su dependencia de la edad y la selectividad con una marcada forma de domo para las pesquerías de cerco. También existe conflicto en los datos, tanto entre los dos índices de abundancia como entre los índices y los datos de composición. Por lo tanto, existe incertidumbre respecto a la abundancia absoluta y la condición de la población en relación con los puntos de referencia de biomasa y mortalidad por pesca. Aunque se encontró que los resultados de la ordenación eran robustos ante estas incertidumbres, el asesoramiento de ordenación podría perfeccionarse a través de otras mejoras al modelo. El panel sugirió que las mejoras en el modelo no eliminarían la incertidumbre sustancial en la escala del tamaño de la población y recomendó encarecidamente un mayor desarrollo del modelo de marcado para proporcionar información sobre la abundancia absoluta. La estimación de la abundancia absoluta a partir del análisis de marcado se integraría en el modelo de evaluación.

Se ha desarrollado un nuevo enfoque utilizando modelos espaciotemporales para analizar los datos de mercado del barrilete, recientemente disponibles, obtenidos por el Programa Regional de Mercado de Atunes multianual de la CIAT en el OPO (PRMA-OPO 2019-2020; ver Documento [SAC-14-07](#)). Este enfoque se ha diseñado específicamente para abordar la no mezcla de marcas debido a los aspectos prácticos del mercado del barrilete y maximizar el contenido de información de los datos. Es posible que el modelo pueda estimar la biomasa absoluta, la mortalidad por pesca y la mortalidad natural. Los resultados de este análisis se incluirán en la evaluación del barrilete (ver Documento SAC-14 INF-E).

También existen varias otras fuentes de información que se pueden utilizar para mejorar la evaluación del barrilete. Estas incluyen lecciones aprendidas en el desarrollo de las evaluaciones de los atunes aleta amarilla y patudo del OPO, lecciones de las evaluaciones de atunes y otras especies realizadas por otras organizaciones e información de la serie de talleres del CAPAM y otros talleres. El CAPAM ha realizado varios talleres en los últimos 20 años, comenzando como el taller de evaluación de poblaciones de octubre de la CIAT y pasando a la serie más formal de CAPAM. Los talleres se han resumido recientemente con un taller sobre buenas prácticas generales de evaluación de poblaciones en la FAO, en Roma en 2022, y uno más específico sobre buenas prácticas de evaluación de poblaciones de atunes en Wellington, Nueva Zelanda, en 2023. Las lecciones aprendidas en estos talleres se aplicarán a la evaluación del barrilete.

Este documento describe posibles mejoras a la evaluación del barrilete que se considerarán para la evaluación de referencia de 2024.

## **2. MEJORAS POTENCIALES**

En el presente documento se describen las posibles mejoras en la evaluación del barrilete. No todas estas mejoras serán necesarias y quizás algunas no sean posibles antes de la evaluación de referencia de 2024.

### **2.1. Modelo conceptual**

Un modelo conceptual describe las características de la población y la pesquería. Proporciona una mejor comprensión para crear la evaluación de la población e hipótesis alternativas sobre la dinámica de la población y la pesquería que se incluirán en el conjunto del modelo para brindar asesoramiento de ordenación. Un modelo conceptual describe las características y la información disponible respecto a ellas. Las características incluyen la estructura de la población, parámetros biológicos, pesquerías y datos. Se han realizado muchos estudios sobre diferentes aspectos de la población de barrilete, pero no se ha desarrollado un modelo conceptual completo que incluya información reciente. Crear un modelo conceptual es una tarea difícil, ya que requiere recolectar y asimilar toda la información disponible, lo que suele llevar un tiempo considerable.

### **2.2. Estructura de la población y de las pesquerías**

Se supone una sola población de barrilete en el OPO y se utiliza el enfoque de áreas como pesquerías para modelar cualquier estructura espacial. El método para determinar la estructura de las pesquerías a partir de los datos de composición por talla deberían ampliarse para permitir definiciones espaciales irregulares y covariables adicionales. El desarrollo de un modelo conceptual también ayudará a mejorar las definiciones de la población y las pesquerías.

### **2.3. Datos de captura**

La mayor parte de la captura de barrilete proviene de los datos de los cerqueros, que capturan las tres especies de atunes tropicales. Se utiliza un programa de muestreo en puerto para determinar la composición por especie y talla de la captura. El programa actual tiene un muestreo limitado y puede haber muchos estratos espaciotemporales sin datos y, por lo tanto, la información debe tomarse prestada de otros estratos. Un modelo espaciotemporal de las proporciones de la especie (y composición por talla)

podría mejorar las estimaciones de la captura. Se ha desarrollado un modelo CAR para mejorar las estimaciones durante los años de COVID-19 para los que se redujo el muestreo y se podría usar este o un enfoque relacionado para todos los años (ver Documento [SAC-13-05](#)).

La incertidumbre en las estimaciones de la captura también podría incluirse explícitamente en el modelo de evaluación. Sin embargo, la incertidumbre de captura para el barrilete es probablemente baja ya que es el componente más grande de la captura y las mejoras enumeradas aquí pueden ser más importantes para las evaluaciones del patudo y el aleta amarilla.

#### **2.4. Datos de composición por talla**

Como se mencionó en la sección sobre datos de captura, es posible que haya estratos espaciotemporales a los que les falten datos de composición por talla y un modelo espaciotemporal podría mejorar las estimaciones, tanto para las pesquerías de cerco como para las de palangre. El modelo también podría proporcionar estimaciones del tamaño efectivo de la muestra para usar en la evaluación de la población. Los datos de composición por talla para los índices deberían ser ponderados por área por CPUE. Los datos de composición por talla para las pesquerías deberían ser ponderados por captura.

La ponderación de los datos de composición por talla requiere mayor consideración. Esto podría incluir la estimación del tamaño efectivo de la muestra fuera del modelo, utilizando métodos automáticos de ponderación de datos, reduciendo la ponderación o eliminando la composición por talla de las flotas que tienen datos poco fiables o escasos (p. ej., la pesquería de cerco asociada a delfines). El enfoque utilizado puede diferir según la pesquería.

Los datos de composición por talla de palangre son muy influyentes en la evaluación porque se supone que esta pesquería tiene una selectividad asintótica. Se debe investigar la calidad de estos datos para garantizar que proporcionen información fiable. También deberían considerarse los datos de composición por talla de palangre de otros pabellones para su inclusión en el modelo, a fin de confirmar los datos de la flota palangrera japonesa.

#### **2.5. Índice de abundancia de palangre**

El índice de palangre solo cubre una parte de la población de barrilete y el barrilete no es una especie objetivo y, por consiguiente, puede estar sujeto a descartes no notificados. Por lo tanto, se necesita una evaluación más completa de la pesquería, sus datos y el índice resultante. Por ejemplo, se necesita información sobre los descartes y su variabilidad en el tiempo para garantizar que el índice sea fiable.

A diferencia de los índices de abundancia basados en la CPUE de palangre de BET y YFT, el índice del barrilete se basa en la CPUE nominal y no está estandarizado. Se adoptó este enfoque debido a la cantidad limitada de barrilete que se captura en la pesquería de palangre. Sin embargo, se debe investigar la aplicación de métodos espaciotemporales para estandarizar la CPUE como se hizo para el BET y el YFT. Esto incluye considerar covariables tales como anzuelos entre flotadores y variables ambientales.

Los datos de composición por talla para el índice de palangre son escasos, muy variables, no se ajustan bien al modelo de evaluación y se cortan en 60 cm. Es necesario seguir investigando los datos de composición por talla, incluida la aplicación de un modelo espaciotemporal para completar las celdas sin muestras de composición por talla y los datos de composición para el área del índice ponderada por la CPUE.

#### **2.6. Índice de abundancia de boyas con ecosonda**

El índice de boyas con ecosonda es una colaboración entre AZTI y la CIAT (Proyecto J.3.a) y está experimentando mejoras continuas, incluida la adición de nuevos datos históricos y la actualización con datos actuales. El índice se basó en datos del área de altamar y se están agregando nuevos datos de más

áreas costeras. En este sentido, existe una discrepancia entre la distribución espacial utilizada para crear el índice y los datos de pesca utilizados para determinar la composición por especie y talla. El trabajo futuro analizará el uso de los datos de composición para las mismas áreas de las que se derivan los datos del índice y de ampliar la cobertura espacial de los datos del índice.

## 2.7. Selectividad

Los resultados de la evaluación y el asesoramiento de ordenación son muy sensibles a los supuestos sobre la selectividad, particularmente si las pesquerías de cerco tienen selectividad asintótica. Se necesita más trabajo para determinar la selectividad más apropiada para la evaluación. Esto también podría requerir la redefinición de las pesquerías por área, estación u otros factores para garantizar que las selectividades sean "regulares" (es decir, normal doble o logística).

## 2.8. Mortalidad natural

La mortalidad natural utilizada en la evaluación se tomó de estudios de marcado en el OPOC. Dada la actual incertidumbre sobre los estudios de marcado de atunes y las recomendaciones de buenas prácticas de los talleres del CAPAM, es necesario reconsiderar el nivel de mortalidad natural y cómo este varía con la edad. El nuevo modelo espaciotemporal para analizar los datos de marcado del barrilete es prometedor para estimar la mortalidad natural.

La mortalidad natural utilizada en las evaluaciones aumenta para los peces de mediana edad y esto no es consistente con las buenas prácticas. Sin embargo, es un supuesto similar al existente para las evaluaciones del patudo y el aleta amarilla, donde se supone que las hembras tienen una mayor mortalidad natural cuando maduran en función de la proporción de sexos de los individuos más grandes que favorece a los machos. Este supuesto ahora se cuestiona para el patudo y el aleta amarilla debido a una indicación de que la talla máxima puede diferir entre hembras y machos. Se necesita más investigación sobre la magnitud de la  $M$  y cómo ésta cambia con la edad. Las buenas prácticas iniciales indican que la magnitud debería basarse en la edad máxima y la  $M$  debería disminuir con la talla según la relación de Lorenzen. Desgraciadamente, no existe un método fiable de determinación de la edad para el barrilete y las recuperaciones de marcas generalmente no están disponibles en las flotas palangreras que capturan el patudo más grande. Por lo tanto, se desconoce la edad máxima y es necesario investigar otros métodos para determinar la magnitud.

Es posible que exista una interacción entre la mortalidad natural y la selectividad, particularmente para la pesquería de palangre o entre la mortalidad natural y si la pesquería no asociada tiene selectividad en forma de domo. Esto puede requerir que los supuestos sobre selectividad y mortalidad natural se consideren en conjunto.

El nuevo análisis de marcado espaciotemporal es la fuente más prometedora de estimaciones de  $M$ . Sin embargo, aún se deben considerar varios asuntos, tales como la mortalidad relacionada con el marcado, las tasas de notificación, el desprendimiento de marcas y la selectividad en forma de domo. También se deberían considerar las estimaciones de  $M$  de Peatman *et al.* (2022).

## 2.9. Crecimiento

Estimar el crecimiento del atún barrilete es problemático porque no se dispone de datos fiables sobre la edad y hay poca, o ninguna, recuperación de marcas de barrilete grande de las pesquerías de palangre. Los datos de marcado de incrementos de crecimiento proporcionan información sustancial sobre el crecimiento del barrilete de edad intermedia, pero la edad absoluta es incierta y hay poca información sobre la edad asintótica. Se necesita investigación para mejorar las estimaciones de crecimiento, incluida la variación de la talla por edad, y para determinar enfoques que reduzcan la sensibilidad de los resultados a la incertidumbre en el crecimiento.

La evaluación utiliza el modelo de cese del crecimiento, pero no está claro si este es el mejor modelo para el barrilete. También se deberían considerar otros modelos como la curva de crecimiento de Richards. Se debería considerar la posibilidad de ajustar el modelo de crecimiento dentro de la evaluación de la población. Los datos de composición por talla pueden proporcionar información sobre el crecimiento y la variación de la talla por edad.

#### 2.10. Análisis de datos de marcado

El análisis de los datos de marcado podría estimar la biomasa absoluta, la mortalidad por pesca y la mortalidad natural. Esta información es fundamental para reducir la incertidumbre en la evaluación de la población y el asesoramiento de ordenación. Se ha desarrollado un modelo espaciotemporal de los datos de marcado para minimizar los efectos de la no mezcla y maximizar el contenido de información de estos datos ([SAC-13-08](#)). Las estimaciones de biomasa absoluta y mortalidad natural se pueden integrar en la evaluación de la población del barrilete. La Universidad Técnica de Dinamarca (DTU) lleva a cabo el análisis de marcado y este se mejora continuamente (SAC-14 INF-E).

Hay varias mejoras que se pueden realizar en el análisis de marcado. Por ejemplo, los procesos (tales como mortalidad por pesca, mortalidad natural y desplazamiento) pueden hacerse una función de la talla. Se debería tomar en cuenta la pérdida de marcas, la notificación de marcas y la mortalidad relacionada con las marcas. Se deberían desarrollar diagnósticos y análisis de sensibilidad para determinar la fiabilidad de las estimaciones e identificar las especificaciones erróneas del modelo a fin de que el modelo pueda mejorarse. Se podrían investigar covariables adicionales e interacciones entre covariables para el desplazamiento, incluidas las corrientes oceánicas. Podrían agregarse límites costeros al análisis y se podría incluir la incertidumbre de la ubicación de las marcas. Consulte el [informe de la revisión externa](#) de la evaluación del barrilete para ver otras sugerencias.

A largo plazo, el análisis de marcado podría convertirse en un método independiente de evaluación, utilizado directamente para el asesoramiento de ordenación, integrado en una regla de control de extracción o utilizado como indicador de condición de población para monitorear la población entre evaluaciones completas.

### 3. INTEGRACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MARCADO EN LA EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN

El resultado del análisis de marcado se integrará al modelo de evaluación de la población. Esto podría incluir estimaciones de la abundancia absoluta, la mortalidad natural y/o la mortalidad por pesca. La forma de la integración dependerá de los resultados obtenidos y de su fiabilidad. Es probable que se utilicen estimaciones específicas de la abundancia absoluta por grupos de tallas y estimaciones de la mortalidad natural por grupos de tallas. Probablemente las estimaciones de abundancia se integrarán a la evaluación como datos y se ajustarán utilizando una función de verosimilitud, mientras que las estimaciones de mortalidad natural probablemente se utilizarán como distribuciones *a priori*. Ambas incluirán medidas de incertidumbre.

### 4. REFERENCIAS

Duffy LM, Lennert-Cody CE, Olson R, Minte-Vera CV, Griffiths SP. 2019. Assessing vulnerability of bycatch species in the tuna purse-seine fisheries of the eastern Pacific Ocean. *Fish. Res.* 219: 105316.

Maunder, M.N. 2012. Status of skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean in 2011. IATTC Stock Assessment Report 13: 33-70.

Maunder, M.N. and Harley, S.J. 2005. Status of skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean in 2003 and outlook for 2004. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Stock Assess. Rep.* 5: 109-167.

Maunder, M.N., Xu, H., Minte-Vera, C., Valero, J.L., Lennert-Cody, C.E., and Aires-da-Silva, A. 2022. Skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean, 2021: interim assessment. IATTC Stock Assessment Report 23: 76-170.

Methot, R.D., and Wetzell, C.R. 2013. Stock synthesis: a biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. *Fisheries Research* 142: 86-99.

Peatman, T., Vincent, M., Scutt Phillips, J., Nicol, S. (2023). Times are changing, but has natural mortality? estimation of mortality rates for tropical tunas in the western and central Pacific Ocean. *Fisheries Research* 256: 106463. doi:10.1016/j.fishres.2022.106463.