

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

15ª REUNIÓN

La Jolla, California (EE. UU.)

10-14 de junio de 2024

DOCUMENTO SAC-15-05

REVISIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA OBJETIVO PARA ATUNES TROPICALES DEL  
OPO

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

RESUMEN

Los puntos de referencia objetivo y límite son parte importante de la ordenación pesquera contemporánea. Si bien la Convención de Antigua ofrece pocas orientaciones sobre los puntos de referencia, obliga a la CIAT a aplicar el enfoque precautorio de acuerdo con el Acuerdo de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces (UNFSA), el cual ofrece algunas orientaciones sobre la definición y el uso de los puntos de referencia. Por desgracia, puede decirse que estas orientaciones son algo contradictorias. En el caso de los atunes tropicales del OPO, la resolución [C-16-02](#) de la CIAT formalizó una regla de control de extracción con puntos de referencia objetivo y límite provisionales, correspondiendo los puntos de referencia objetivo al rendimiento máximo sostenible (RMS). Los puntos de referencia han sido utilizados para el atún aleta amarilla y patudo. Esta resolución fue modificada por la resolución [C-23-06](#) de la CIAT para incluir el uso de puntos de referencia objetivo sustitutos provisionales debido a la dificultad de definir puntos de referencia objetivo basados en el RMS para el atún barrilete. Los puntos de referencia se incluyen explícitamente en la regla de control de extracción operacional, tanto en la tasa de mortalidad por pesca aplicada como en puntos gatillo basados en la probabilidad y objetivos de recuperación.

Los puntos de referencia basados en el RMS dependen de la talla de los peces capturados y por lo tanto pueden cambiar conforme varía la proporción de la captura entre las diferentes flotas que capturan peces de diferentes tallas. Lo anterior resulta particularmente problemático en el caso del atún patudo, ya que peces pequeños son capturados por la pesquería de cerco sobre objetos flotantes y peces grandes son capturados por la pesquería de palangre. El incremento de la captura de la pesquería de cerco a mediados de los años 1990 redujo considerablemente el RMS disponible de la población. Además, el punto de referencia objetivo de la biomasa se estima en un tamaño de población sumamente reducido, especialmente al suponer que el reclutamiento guarda una relación débil con el tamaño de la población adulta, y esto ha sido exagerado ( $B_{RMS}$  corresponde al 17% del nivel sin pesca en algunos escenarios de evaluación de la población) en la evaluación más reciente debido a cambios en los supuestos sobre la mortalidad natural por edad, ya que ahora se supone una mortalidad natural en peces inmaduros más elevada que en evaluaciones anteriores ([SAC-15-02](#)). Esta estimación de nivel de población sumamente reducido en el RMS ha suscitado preocupaciones sobre la definición del punto de referencia objetivo. Un enfoque más global para la definición del RMS, diseñado para respaldar diferentes distribuciones de la captura entre las flotas, resulta en una biomasa menos reducida (30%). Esto coincide con el sustituto de 0.3 propuesto anteriormente por el personal y puede utilizarse como punto de referencia objetivo

provisional hasta que se determinen puntos de referencia objetivo, basados en diversos objetivos, en debates llevados a cabo en el marco de un proceso integral de evaluación de estrategias de ordenación.

## **INTRODUCCIÓN**

Los puntos de referencia objetivo y límite son parte importante de la ordenación pesquera contemporánea y forman un componente fundamental de la mayoría, si no es que de todos, los programas de ecoetiquetado y certificación basados en el consumidor. El Código de Conducta para la Pesca Responsable de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recomienda que las organizaciones regionales de ordenación pesquera (OROP) adopten, con base en la mejor información científica disponible, puntos de referencia objetivo y límite por población, así como las medidas de ordenación correspondientes. Los puntos de referencia se utilizan como medidas de desempeño y también como parte de las reglas de control de extracción. Por ejemplo, la condición de las poblaciones suele ser determinada por agencias de ordenación, órganos de certificación u otras organizaciones (por ejemplo, la FAO y las ONG) mediante puntos de referencia objetivo o cantidades relacionadas. Al definir los puntos de referencia objetivo y de otros tipos, es necesario tener en cuenta su uso previsto.

Se utiliza comúnmente el rendimiento máximo sostenible (RMS) para definir puntos de referencia objetivo. El RMS se define como el rendimiento máximo que se puede sostener de la población a largo plazo y generalmente se calcula utilizando condiciones de equilibrio. El RMS es una función de la biología de la población (crecimiento, mortalidad natural y relación población-reclutamiento) y de la talla/edad de los peces capturados (disponibilidad y/o selectividad). En particular, el RMS depende de la mortalidad por pesca por edad utilizada para su cálculo y se suele basar en niveles recientes. Al intervenir sobre la misma población diferentes métodos de pesca que capturan peces de tallas muy diferentes, como sucede en muchas poblaciones de atún, se vuelve complicado interpretar los puntos de referencia basados en el RMS. Además, puede resultar importante considerar otros objetivos distintos del rendimiento máximo, como los objetivos socioeconómicos.

La Convención de Antigua de la CIAT ofrece pocas orientaciones directas sobre la definición y el uso de los puntos de referencia y se limita a afirmar que las poblaciones deben mantenerse o restablecerse en niveles de abundancia que puedan producir el rendimiento máximo sostenible. Sin embargo, la Convención obliga a la CIAT a aplicar el enfoque precautorio, de acuerdo con el Acuerdo de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces (UNFSA), el cual ofrece algunas orientaciones sobre la definición y el uso de los puntos de referencia. Mediante resoluciones adoptadas, la CIAT ha definido puntos de referencia objetivo como correspondientes al RMS. En el momento de su adopción, la Comisión calificó estos puntos de referencia de provisionales, pero ya han quedado sólidamente establecidos para el atún aleta amarilla y patudo en el OPO.

En este documento revisamos los puntos de referencia para los atunes tropicales del OPO y abordamos 1) la manera en que se definen en la Convención de la CIAT; 2) la manera en que los utiliza la CIAT y 3) el importante tema de la talla de los peces capturados. Posteriormente, tratamos la definición de los puntos de referencia objetivo en el contexto del atún patudo en el OPO.

### **Cómo se definen los puntos de referencia objetivo en la Convención de la CIAT**

Gran parte de la presente interpretación de la definición de los puntos de referencia en la Convención de la CIAT proviene directamente de un informe anterior del CCA, en el que se abordaron los puntos de referencia en el contexto de la ordenación de las poblaciones de atún en el OPO (Maunder 2013).

El artículo VII 1c de la Convención de Antigua de la CIAT dispone que “[La Comisión desempeñará las siguientes funciones...] *mantener o restablecer las poblaciones de las especies capturadas a niveles de abundancia que puedan producir el máximo rendimiento sostenible*”. En la resolución [C-16-02](#), esto se

interpretó en el sentido de que los puntos de referencia objetivo debían corresponder al RMS.

La Convención de Antigua también obliga a la CIAT a aplicar el enfoque precautorio, de acuerdo con el Acuerdo de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces (UNFSA):

*“Los miembros de la Comisión, directamente y a través de la Comisión, aplicarán el criterio de precaución, descrito en las disposiciones pertinentes del Código de Conducta y/o el Acuerdo de las Naciones Unidas sobre Poblaciones de Peces de 1995, a la conservación, administración y uso sostenible de las poblaciones de peces abarcadas por esta Convención.”* ([Artículo IV de la Convención de Antigua](#)).

En lo relativo a los puntos de referencia, el UNFSA establece que:

*“Los niveles de referencia de límite establecen fronteras destinadas a circunscribir las capturas dentro de unos límites biológicos que puedan asegurar el rendimiento máximo sostenible de las poblaciones. Los niveles de referencia de objetivo responden a objetivos de ordenación.”* (Anexo II del Acuerdo de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces (UNFSA 1995))

y que:

*“Estos niveles de referencia deben utilizarse como señal para iniciar las medidas de conservación y ordenación previamente convenidas.”* (Anexo II, UNFSA 1995).

Por otra parte, el UNFSA define de qué manera los puntos de referencia deben utilizarse en las reglas de decisión:

*“Las estrategias de ordenación de las pesquerías deben concebirse de manera tal que el riesgo de exceder los niveles de referencia de límite sea muy pequeño. Si una población desciende o está a punto de descender por debajo del nivel de referencia de límite, deberían iniciarse las medidas de conservación y de ordenación a fin de facilitar la renovación de las poblaciones. Las estrategias de ordenación deben garantizar que, de manera general, no se excedan los niveles de referencia de objetivo.”* (Anexo II, UNFSA 1995).

El UNFSA fija normas mínimas para algunos puntos de referencia:

*“El índice de mortalidad debido a la pesca que permita asegurar el rendimiento máximo sostenible debería considerarse como la norma mínima para los niveles de referencia de límite.”* (Anexo II, UNFSA 1995).

y reglas de decisión:

*“Para las poblaciones que no sean objeto de sobreexplotación, las estrategias de ordenación de las pesquerías deben garantizar que la mortalidad debida a la pesca no sea mayor que la que permita asegurar el rendimiento máximo sostenible (...)”* (Anexo II, UNFSA 1995).

Tanto el UNFSA como la Convención de Antigua estipulan explícitamente que se debe tener en cuenta el grado de incertidumbre a la hora de tomar acciones de ordenación y, por ende, debe formar parte de la regla de decisión:

*“En particular, los miembros de la Comisión deberán ser especialmente prudentes cuando la información sea incierta, poco fiable o inadecuada. La falta de información científica adecuada no se aducirá como razón para aplazar la adopción de medidas de conservación y administración o para no adoptarlas.”* ([Artículo IV de la Convención de Antigua](#))

Por lo tanto, los puntos de referencia de la CIAT deben interpretarse en un contexto probabilístico.

No existe ninguna definición clara de los puntos de referencia objetivo en la Convención de Antigua. El único criterio explícito consiste en mantener las poblaciones en niveles de abundancia que puedan producir el rendimiento máximo sostenible. Lo anterior implica que el objetivo debe fijarse en  $B_{RMS}$  o más. Por otro lado, el UNFSA establece que  $F_{RMS}$  debe considerarse como una norma mínima para los puntos de referencia límite, lo cual podría implicar que  $B_{RMS}$  debe ser un límite también, ya que  $B_{RMS}$  corresponde a  $F_{RMS}$ . Sin embargo, incluso bajo  $F_{RMS}$ ,  $B$  es susceptible de fluctuar alrededor de  $B_{RMS}$  debido a la variación en el reclutamiento, si  $B_{RMS}$  se define basándose en el equilibrio (o promedio). Como alternativa, frecuentemente  $B_{RMS}$  se define de manera dinámica, teniendo en cuenta explícitamente la variación en el reclutamiento. Además, el UNFSA también señala que el riesgo de exceder los puntos de referencia límite debe ser muy bajo, por lo cual el uso de  $B_{RMS}$  como punto de referencia límite probablemente dé lugar a objetivos irrazonablemente conservadores, especialmente dadas la incertidumbre en la evaluación de la condición de las poblaciones y la variabilidad natural de las poblaciones y las pesquerías.

Ni la Convención de Antigua ni el UNFSA dan detalles sobre la definición de los puntos de referencia. Por ejemplo, no definen cuáles son las mortalidades por pesca por edad que deben utilizarse para calcular cantidades relacionadas con el RMS, ni tampoco si los puntos de referencia de la biomasa deben ser dinámicos (es decir, si deben tener en cuenta la variación temporal en el reclutamiento) o de equilibrio. Por ende, parece que la CIAT cuenta con un amplio margen para definir los puntos de referencia objetivo, siempre que el punto de referencia objetivo de la biomasa se sitúe en  $B_{RMS}$  o más y  $F$  se sitúe en  $F_{RMS}$  o menos. La CIAT mantiene la postura de que son incompatibles las afirmaciones del UNFSA en el sentido de que  $F_{RMS}$  debe ser la “norma mínima para los niveles de referencia de límite” y el “riesgo de exceder los niveles de referencia de límite [debe ser] muy pequeño”, a la vez que señala que  $F_{RMS}$  corresponde a  $B_{RMS}$ , que se utiliza frecuentemente como objetivo.

### Cómo la CIAT utiliza los puntos de referencia objetivo

Los puntos de referencia pueden utilizarse para múltiples propósitos, entre ellos para determinar la situación de la pesquería, como medidas de desempeño y como componentes de las reglas de control de extracción (RCE). La CIAT ha utilizado puntos de referencia para todos estos propósitos, tanto formalmente en resoluciones adoptadas como informalmente a través de su uso con fines operacionales. Por ejemplo, la resolución [C-16-02](#), la cual define la regla de control de extracción por medio de puntos de referencia, limita la mortalidad por pesca a niveles que no rebasen  $F_{RMS}$  y al excederse (probabilísticamente) los puntos de referencia límite, la mortalidad por pesca debe reducirse a  $F_{RMS}$  y  $B_{RMS}$  es un objetivo de recuperación. La CIAT ha utilizado los puntos de referencia para múltiples propósitos, tal como se muestra en la Tabla 1.

**TABLE 1.** Use of reference points by the IATTC.

**TABLA 1.** Uso de los puntos de referencia por parte de la CIAT.

Uso	Componente	Detalles	Fuente
Condición de la población	F objetivo	$F_{RMS}$ , punto de referencia objetivo provisional	87ª reunión de la CIAT
	F límite	$F_{B/B0=0.077}$ , lo que corresponde a la biomasa cuando el reclutamiento = $0.5R_0$ , suponiendo una inclinación $h = 0.75$	87ª reunión de la CIAT; Maunder y Deriso 2014
	B objetivo	$B_{RMS}$ , punto de referencia objetivo provisional, calculado como cantidad dinámica (es decir, tiene en cuenta la serie de tiempo del reclutamiento)	87ª reunión de la CIAT

	B límite	$B/B_0=0.077$ , lo que corresponde al reclutamiento = $0.5R_0$ , suponiendo una inclinación $h = 0.75$ . Calculado como cantidad de equilibrio.	87ª reunión de la CIAT, Maunder y Deriso 2014
	Sustitutos de F y B	$B_{RMS}/B_0$ con base en la evaluación y el supuesto de un valor conservador para la inclinación ( $h = 0.75$ ) de la relación población-reclutamiento de Beverton-Holt o $B_{RMS}/B_0 = 0.3$ , lo que resulte mayor; esto amplió la resolución C-16-02 al prever puntos de referencia sustitutos para $B_{RMS}$ y $F_{RMS}$ cuando no pueden estimarse de manera fiable (o especificarse de otro modo) a partir de los parámetros estimados dentro del modelo de evaluación. El personal de la CIAT propuso puntos de referencia objetivo y límite sustitutos que pueden utilizarse para los atunes, peces picudos y otros peces altamente productivos, y específicamente el atún barrilete, en el OPO.	Resolución C-23-06; Maunder 2024; Maunder et al. 2024
RCE	F	Una RCE operacional que limita la mortalidad por pesca ( $F$ ) a niveles que no rebasen el nivel correspondiente al RMS. Por ejemplo, los días de veda se fijan en función del multiplicador de $F$ ( $F_{RMS}/F_{actual}$ ) de la evaluación de la población, ajustado por los cambios en la capacidad de pesca.	Por ejemplo, resolución C-10-01
		Intento de prevenir que la tasa de mortalidad por pesca ( $F$ ) rebase la mejor estimación de la tasa correspondiente al rendimiento máximo sostenible ( $F_{RMS}$ ) para la especie que precisa la ordenación más estricta.	Resolución C-16-02
Punto gatillo de RCE	F	Si la probabilidad de que $F$ rebase el punto de referencia límite ( $F_{LÍMITE}$ ) es superior al 10%	Resolución C-16-02
	B	Si la probabilidad de que la biomasa reproductora ( $S$ ) se sitúe por debajo del punto de referencia límite ( $S_{LÍMITE}$ ) es superior al 10%	Resolución C-16-02
Objetivo de recuperación	F	Tener una probabilidad de al menos 50% de reducir $F$ al nivel objetivo ( $F_{RMS}$ ) o	Resolución C-16-02

		menos, y una probabilidad de menos de 10% de que $F$ rebase $F_{LÍMITE}$ .	
	B	Tener una probabilidad de al menos 50% de restablecer $S$ al nivel objetivo ( $S_{RMS}$ dinámica) o más, y una probabilidad de menos de 10% de que $S$ descienda a menos de $S_{LÍMITE}$ en un periodo de dos generaciones de la población o cinco años, lo que resulte mayor	Resolución C-16-02
Métrica de desempeño		Aún no se adoptan formalmente métricas de desempeño, pero se han propuesto algunas como parte del proceso de EEO (ver <a href="#">SAC-15-07</a> ).	

### Cómo la talla/edad de los peces capturados influye en los puntos de referencia objetivo

El cálculo del RMS depende de la mortalidad por pesca por edad, la cual es una función de la selectividad de cada pesquería y de la asignación del esfuerzo entre las pesquerías (también puede relacionarse con las áreas de pesca si la edad de los peces difiere entre áreas). Se procede a escalar esta mortalidad por pesca por edad para maximizar la captura en condiciones de equilibrio. En general, la captura de peces más grandes produce un RMS más alto, a un  $B_{RMS}/B_0$  más alto, ya que la mayoría de las pesquerías capturan peces de diversas tallas, pero esto puede variar en función de varios factores. Este fenómeno se puede observar, parcialmente, en la pesquería del atún patudo del OPO, en la que el RMS era alto antes de los años 1990, cuando la pesquería de palangre –que captura peces grandes– capturaba la mayor parte del atún patudo, pero disminuyó después de los años 1990 con la expansión de la pesquería de cerco sobre objetos flotantes, que captura patudo pequeño (Figura 1). Sin embargo,  $B_{RMS}/B_0$  no siguió este patrón (Figura 1) ya que la pesquería de palangre captura peces antes de que maduren y antes del aumento de la mortalidad natural en hembras (Figura 2). Habitualmente, se utiliza la mortalidad por pesca por edad reciente en el cálculo del RMS bajo el supuesto de que no va a cambiar la talla de los peces capturados (por ejemplo, el personal de la CIAT utiliza los tres años más recientes para los atunes tropicales del OPO).

Teóricamente, el RMS global (el RMS más alto posible que se puede obtener bajo cualquier mortalidad por pesca por edad posible) puede calcularse y suele producirse al pescar todos los peces a una edad determinada (Maunder 2002). Sin embargo, en la mayoría de las pesquerías no es ni práctico ni logísticamente posible capturar todos los peces a una edad determinada. Otro enfoque consiste en calcular el RMS máximo que puede obtenerse utilizando la selectividad de filo de cuchillo (por ejemplo, Getz 1980; Reed 1980) o la mortalidad por pesca por método de pesca (por ejemplo, Maunder 2002).

### Puntos de referencia objetivo para el atún patudo en el OPO

$B_{RMS}$  y  $F_{RMS}$  se utilizan como puntos de referencia objetivo para el atún patudo en el OPO y forman parte de la regla de control de extracción. La mortalidad por pesca por edad utilizada para calcular las cantidades relacionadas con el RMS corresponde al promedio de los tres años más recientes. Durante este periodo, la mayor parte de la captura de patudo corresponde a individuos pequeños en la pesquería de cerco sobre objetos flotantes. En combinación con la ausencia de relación, o una relación débil, entre el reclutamiento y la población adulta (es decir, una inclinación alta de la relación población-reclutamiento de Beverton-Holt), esta mortalidad por pesca por edad corresponde a una  $B_{RMS}$  que ocurre en una población sumamente reducida para algunos supuestos de modelos (por ejemplo, 0.17). Este nivel es incluso inferior al de la evaluación anterior, debido a un cambio en el supuesto sobre la mortalidad natural, que se

incrementó en individuos inmaduros. Sin embargo, históricamente (antes de los años 1990), cuando la mayor parte del atún patudo se capturaba en la pesquería de palangre, el RMS era mucho más alto (Figura 1). En cambio, el valor  $B_{RMS}/B_0$  correspondiente se redujo en realidad (Figura 1). Lo anterior se debe a que incluso la pesquería palangrera captura atún patudo antes de que madure y antes del aumento de la mortalidad natural en hembras (Figura 2). Si el patudo fuese capturado únicamente por la pesquería de palangre, el RMS sería aproximadamente dos veces más alto que con la asignación de capturas actual y ocurriría a un  $B_{RMS}/B_0$  más bajo (Tabla 2). Sin embargo, puede que el esfuerzo palangrero tenga que aumentar en una cantidad poco realista.

El RMS se calculó utilizando una serie de opciones de selectividad de filo de cuchillo para determinar la selectividad de filo de cuchillo óptima y el  $B_{RMS}/B_0$  correspondiente (Figuras 3 y 4, Tabla 2). Se produjo el RMS de filo de cuchillo más alto cuando el atún patudo estuvo plenamente seleccionado entre los 15 y 20 trimestres de edad, dependiendo de la inclinación de la relación población-reclutamiento, y correspondía a aproximadamente dos veces y media el RMS actual y ocurrió a un  $B_{RMS}/B_0$  de 0.25-0.44 (Tabla 2). Este RMS era sólo moderadamente superior al RMS obtenible por parte de las pesquerías de palangre y ocurrió a un  $B_{RMS}/B_0$  más alto. Las probabilidades de las diversas hipótesis de inclinación utilizadas en el análisis de riesgo son de 0.46, 0.32 y 0.22 para valores de  $h$  de 1, 0.9 y 0.8, respectivamente. Al ponderar el valor  $B_{RMS}/B_0$  de cada hipótesis por estas probabilidades, se obtiene un  $B_{RMS}/B_0$  de 0.3.

## DISCUSIÓN

Los puntos de referencia objetivo y límite son parte importante de la ordenación pesquera contemporánea. Si bien la Convención de Antigua ofrece pocas orientaciones sobre los puntos de referencia, obliga a la CIAT a aplicar el enfoque precautorio de acuerdo con el Acuerdo de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces (UNFSA), el cual ofrece algunas orientaciones sobre la definición y el uso de los puntos de referencia. Se han utilizado puntos de referencia objetivo correspondientes al RMS para el atún aleta amarilla y patudo en el OPO. Los puntos de referencia basados en el RMS dependen de la talla de los peces capturados. Lo anterior resulta particularmente problemático en el caso del atún patudo, ya que peces pequeños son capturados por la pesquería de cerco sobre objetos flotantes y peces grandes son capturados por la pesquería de palangre. El punto de referencia objetivo de la biomasa, bajo algunos escenarios, ocurre en un tamaño de población sumamente reducido. Este nivel de población sumamente reducido ha suscitado preocupaciones sobre la definición del punto de referencia objetivo. Por ende, se hace necesario revisar los puntos de referencia objetivo para atunes tropicales en el OPO.

Un punto de referencia objetivo más global, en el sentido de que pueda adaptarse al RMS de diferentes métodos de pesca o diferentes combinaciones de métodos de pesca, podría resultar en general más compatible con el objetivo de la Convención de Antigua de mantener las poblaciones en niveles de abundancia que puedan producir el rendimiento máximo sostenible. Este tipo de enfoque tendría en cuenta los cambios imprevistos en la asignación de capturas entre métodos, o el deseo de mejorar el rendimiento total o alcanzar objetivos socioeconómicos. El RMS global, que corresponde al RMS máximo absoluto alcanzable, es poco práctico y por ende no es una métrica útil. Maunder (2002) sugirió utilizar dos tercios del RMS global, basándose en consideraciones sobre la practicidad de la pesca del atún aleta amarilla en el OPO. Sin embargo, esto no define los puntos de referencia asociados en términos de biomasa o mortalidad por pesca. Se trata simplemente de un indicador para determinar cuán eficiente es la asignación actual entre artes de pesca, en términos de captura.

Maunder et al. (2024) propusieron puntos de referencia objetivo y límite sustitutos para atunes, peces picudos y otros peces altamente productivos en el OPO. Maunder (2024) adoptó el mismo enfoque para proponer puntos de referencia para el atún barrilete. Los sustitutos se calculan con base en un supuesto conservador sobre la inclinación de la relación población-reclutamiento Beverton-Holt ( $h = 0.75$ ). Se aplica una precaución adicional al objetivo de biomasa, limitándolo a un mínimo de  $B_{RMS}/B_0 = 0.3$ , principalmente

para evitar puntos de referencia objetivo de la biomasa bajos debido a los patrones de selectividad actuales. Sugieren utilizar estos puntos de referencia provisionales hasta que se disponga de más información sobre las ventajas y desventajas relacionadas con las selectividades de pesca por edad. Sin embargo, el valor  $B_{RMS}/B_0 = 0.3$  no se basó en consideraciones explícitas sobre la edad de los peces capturados. Es posible utilizar también otros puntos de referencia sustitutos, más arbitrarios, como el valor propuesto por el Marine Stewardship Council (MSC) para las poblaciones que no cuentan con puntos de referencia calculados explícitamente,  $SPR^1 = 0.4$ . La SPR es equivalente a  $S/S_0$  cuando la inclinación = 1. Sin embargo, estos puntos de referencia no tienen en cuenta las características de muchas de las especies capturadas en las pesquerías atuneras del OPO.

En cambio, nuestro análisis del atún patudo evalúa explícitamente la talla de los peces capturados al analizar diversas selectividades de filo de cuchillo. La selectividad de filo de cuchillo puede aproximarse a un enfoque de pesca en cierta medida práctico. Para el atún patudo, nuestro análisis sugiere que el RMS basado en la selectividad de filo de cuchillo alcanza su máximo cuando todo el patudo de 15-20 trimestres de edad o más está plenamente vulnerable a la pesca, según la inclinación de la relación población-reclutamiento. Esto ocurre a un  $B_{RMS}/B_0$  de 0.3, cuando se pondera por las probabilidades de inclinación utilizadas en el análisis de riesgo, y cubre el valor  $B_{RMS}/B_0$  de la pesquería de palangre. Esto es similar al sustituto de 0.3 previamente recomendado (Maunder et al. 2024). Por lo tanto,  $B_{RMS} = 0.3$  podría utilizarse como punto de referencia objetivo que se adapta a la variación de la asignación de la captura entre métodos de pesca.

Otra razón por la que conviene definir un objetivo es que permite evitar rebasar el punto de referencia límite, lo cual podría dar lugar a acciones drásticas de ordenación. Esto también implica que los puntos de referencia objetivo (PRO) deben definirse en función de la incertidumbre de la evaluación, de manera que, a medida que disminuya la incertidumbre de la evaluación, el PRO se acerque al punto de referencia límite (PRL). Para determinar este punto de referencia, se necesitaría un amplio análisis de simulación. El objetivo, que puede definirse más adecuadamente como un punto gatillo en una RCE, dependería entonces del punto de referencia límite (o punto gatillo) y de la acción que se aplicaría.

Cabe notar que la pesca en niveles superiores a  $F_{RMS}$  y las poblaciones en niveles inferiores a  $B_{RMS}$  no necesariamente son insostenibles. Por definición, se sitúan en niveles que no soportan el RMS condicionado a la mortalidad por pesca por edad. Han existido muchas poblaciones que cuentan con un largo historial de sostenibilidad por encima de esos niveles. En las pesquerías mixtas, suele ser difícil, si no imposible, gestionar la pesca para obtener rendimientos razonables y al mismo tiempo satisfacer los objetivos para todas las especies. Por ende, se puede requerir flexibilidad a la hora de definir los objetivos en pesquerías multiespecíficas como la de los atunes tropicales en el OPO. También pueden existir incompatibilidades entre la Convención de Antigua de la CIAT, los objetivos, los aspectos prácticos y lo sostenible.

Los puntos de referencia objetivo deben tomar en cuenta diversos factores, incluidos factores socioeconómicos. Por ejemplo, Sun et al. (2019) constataron que el uso exclusivo del palangre para pescar atún patudo en el OPO incrementaría el valor de la pesquería en más de US\$ 500 millones, incluso sin que aumente el esfuerzo de pesca con palangre. Una evaluación exhaustiva de los objetivos de la pesca, junto con una evaluación de las diferentes reglas de control de extracción destinadas a alcanzar estos objetivos, por medio de la evaluación de estrategias de ordenación (EEO) constituye el enfoque más adecuado para definir los puntos de referencia objetivo y se encuentra actualmente en curso en la CIAT ([SAC-15-07](#)).

---

<sup>1</sup> La razón de potencial de desove (SPR, de *spawning potential ratio*) se define como la biomasa de la población reproductora (S)/reclutas (R) sobre la biomasa de la población reproductora en ausencia de pesca ( $S_0$  dinámica)/reclutas en ausencia de pesca ( $R_0$  dinámico).

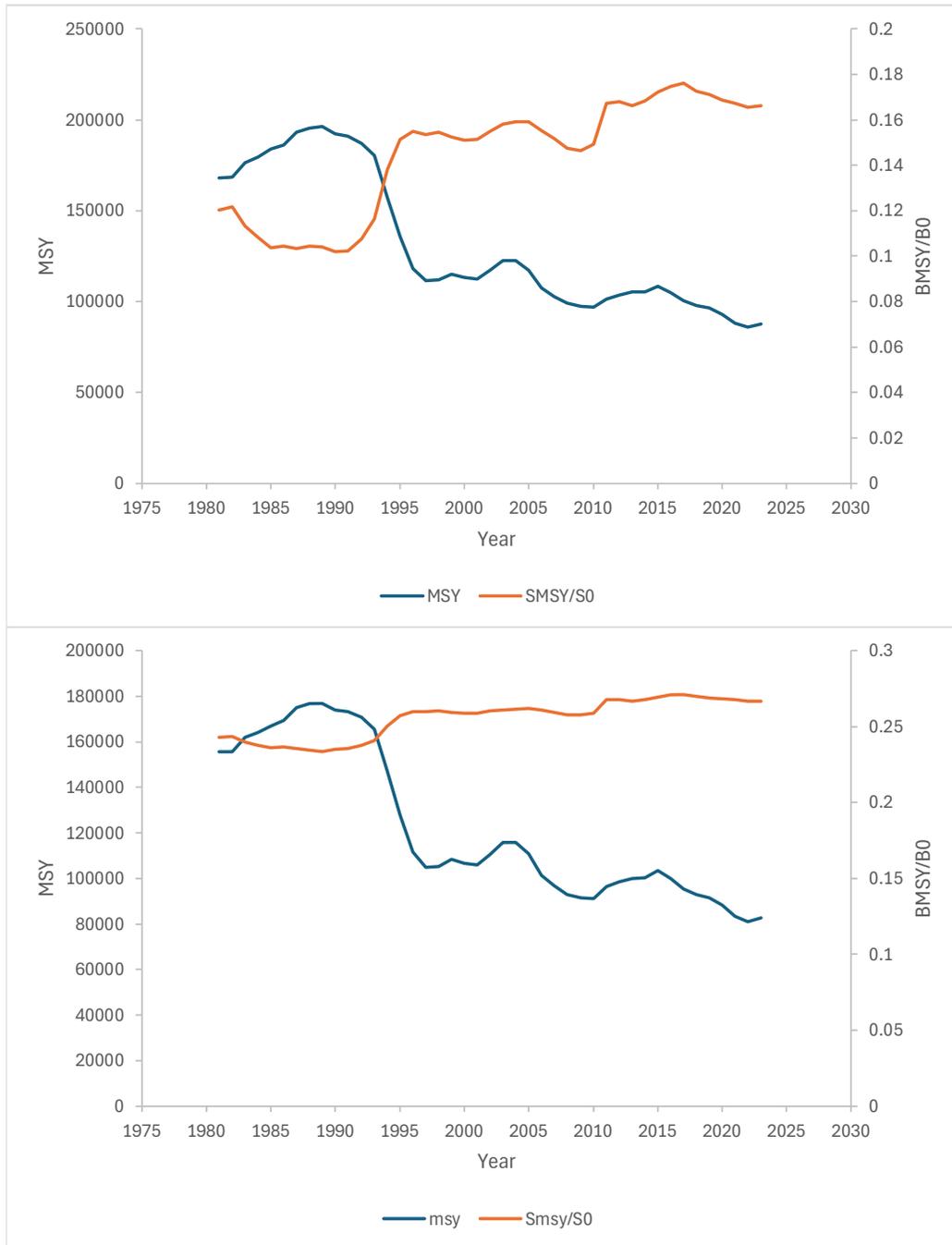
## REFERENCIAS

- Getz, W.M. 1980. The ultimate sustainable yield problem in nonlinear age-structured populations. *Mathematical Bioscience*, 48: 279-292.
- Maunder, M.N. 2002. The relationship between fishing methods, fisheries management and the estimation of MSY. *Fish and Fisheries*, 3: 251-260.
- Maunder, N.N. 2013. Reference points, decision rules, and management strategy evaluation for tunas and associated species in the eastern Pacific Ocean. *IATTC Stock Assessment Report 13*: 107:114.
- Maunder, M.N. 2024. Limit and target reference points for skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean. *IATTC Stock Assessment Report 24*, 143-155.
- Maunder, M.N. and Deriso, R.B. 2014. Proposal for biomass and fishing mortality limit reference points based on reduction in recruitment. *IATTC Stock Assessment Report 15*, 193–206.
- Maunder, M.N., Aires-da-Silva, A., Mente-Vera, C., and Valero, J. 2024. Interim limit and target reference points for tuna, billfish and other highly productive fishes in the eastern Pacific Ocean. *IATTC Stock Assessment Report 24*, 156-167.
- Reed, W.J. 1980. Optimum age-specific harvesting in a non-linear population model. *Biometrics* 36: 579-593.
- Sun C.H., Maunder M.N., Pan M., Silva A.A., Bayliff W.H., Compeán G.A. 2019 Increasing the economic value of the eastern Pacific Ocean tropical tuna fishery: Tradeoffs between longline and purse-seine fishing. *Deep-Sea Research Part II*. 169-170, 104621.

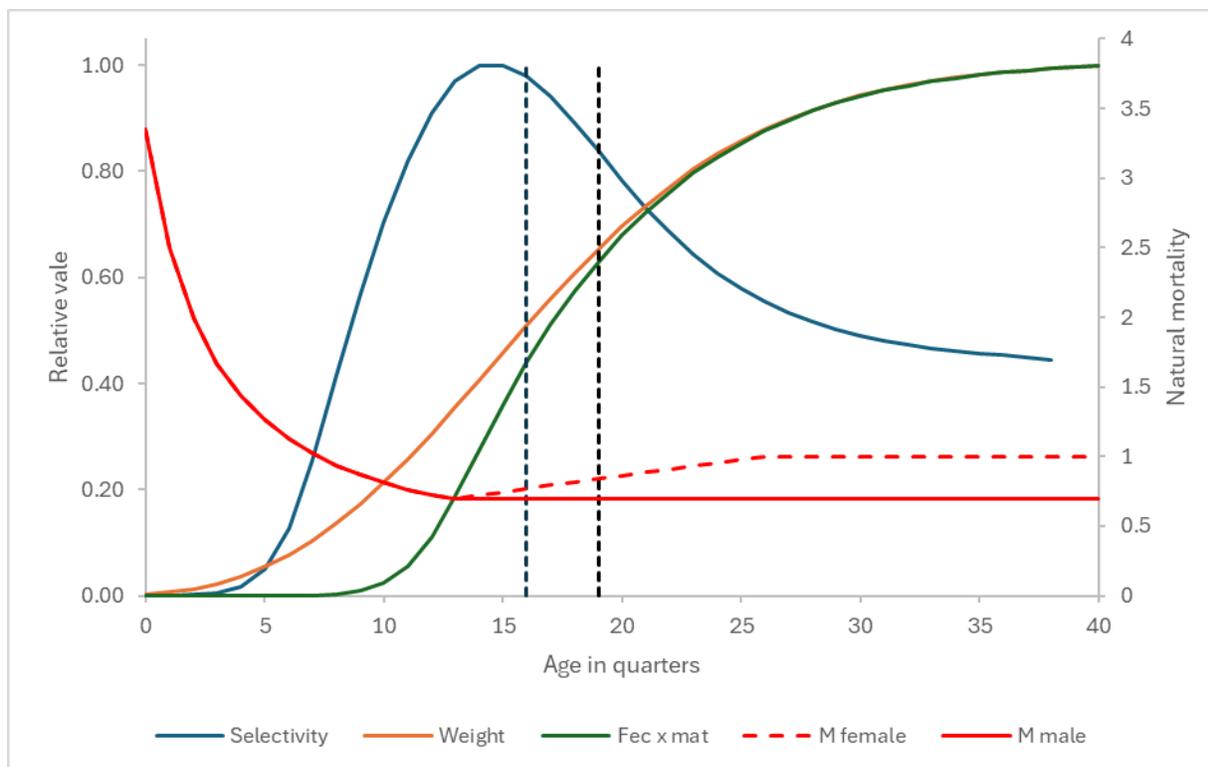
**TABLE 2.** Estimated MSY and corresponding  $B_{MSY}/B_0$  for an OBJ fishery, a longline fishery, and the highest MSY from a knife edge selectivity.

**TABLA 2.** Estimación del RMS y  $B_{RMS}/B_0$  correspondiente para una pesquería OBJ y una pesquería de palangre, y el RMS más alto con selectividad de filo de cuchillo.

Escenario		Edad	RMS	$B_{RMS}/B_0$
h = 1.0	Actual		87779	0.17
	OBJ		64898	0.09
	Palangre		198733	0.11
	Selectividad de filo de cuchillo	15	224090	0.25
h = 0.9	Actual		84598	0.23
	OBJ		55407	0.19
	Palangre		170769	0.20
	Selectividad de filo de cuchillo	17	208332	0.31
h = 0.8	Actual		82775	0.27
	OBJ		54235	0.24
	Palangre		150445	0.25
	Selectividad de filo de cuchillo	19	195303	0.39
h = 0.75	Actual		110516	0.28
	OBJ		53901	0.26
	Palangre		140976	0.27
	Selectividad de filo de cuchillo	20	187512	0.44

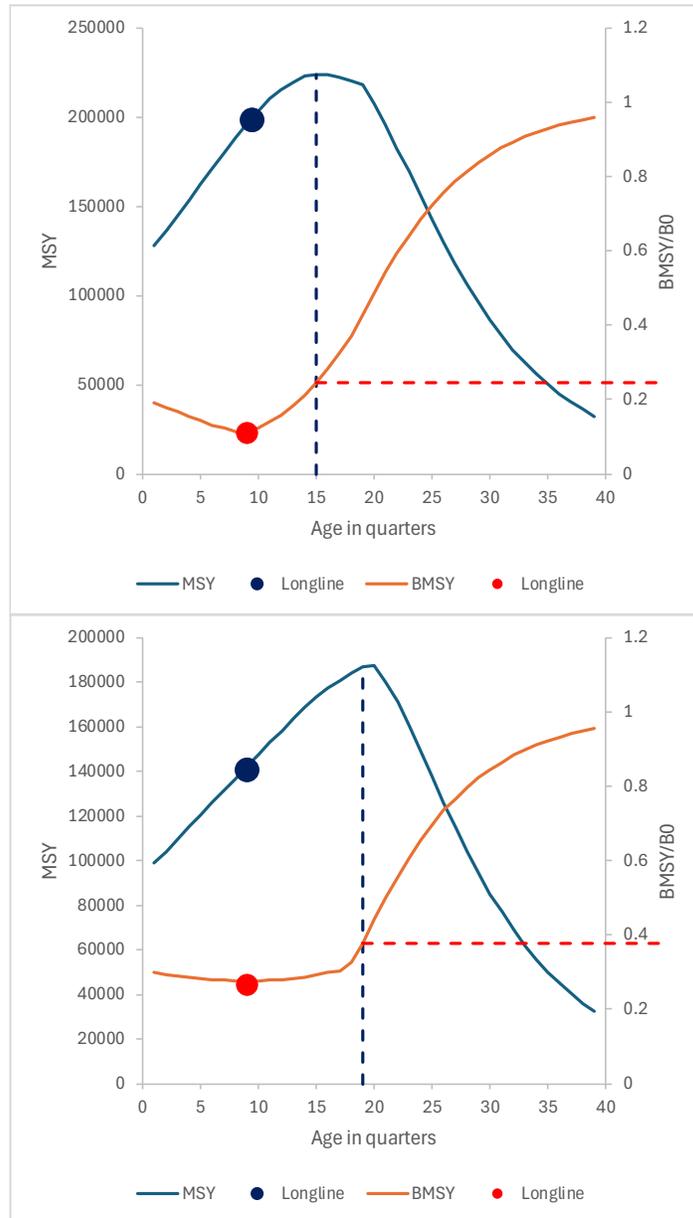


**FIGURE 1.** Estimates of MSY and  $B_{MSY}/B_0$  based on the age-specific fishing mortality for each year of the bigeye assessment for steepness of the stock-recruitment relationship  $h = 1.0$  (top) and  $h = 0.75$  (bottom).  
**FIGURA 1.** Estimaciones del RMS y  $B_{RMS}/B_0$  basadas en la mortalidad por pesca por edad para cada año de la evaluación del patudo, correspondientes a la inclinación de la relación población-reclutamiento  $h = 1.0$  (arriba) y  $h = 0.75$  (abajo).



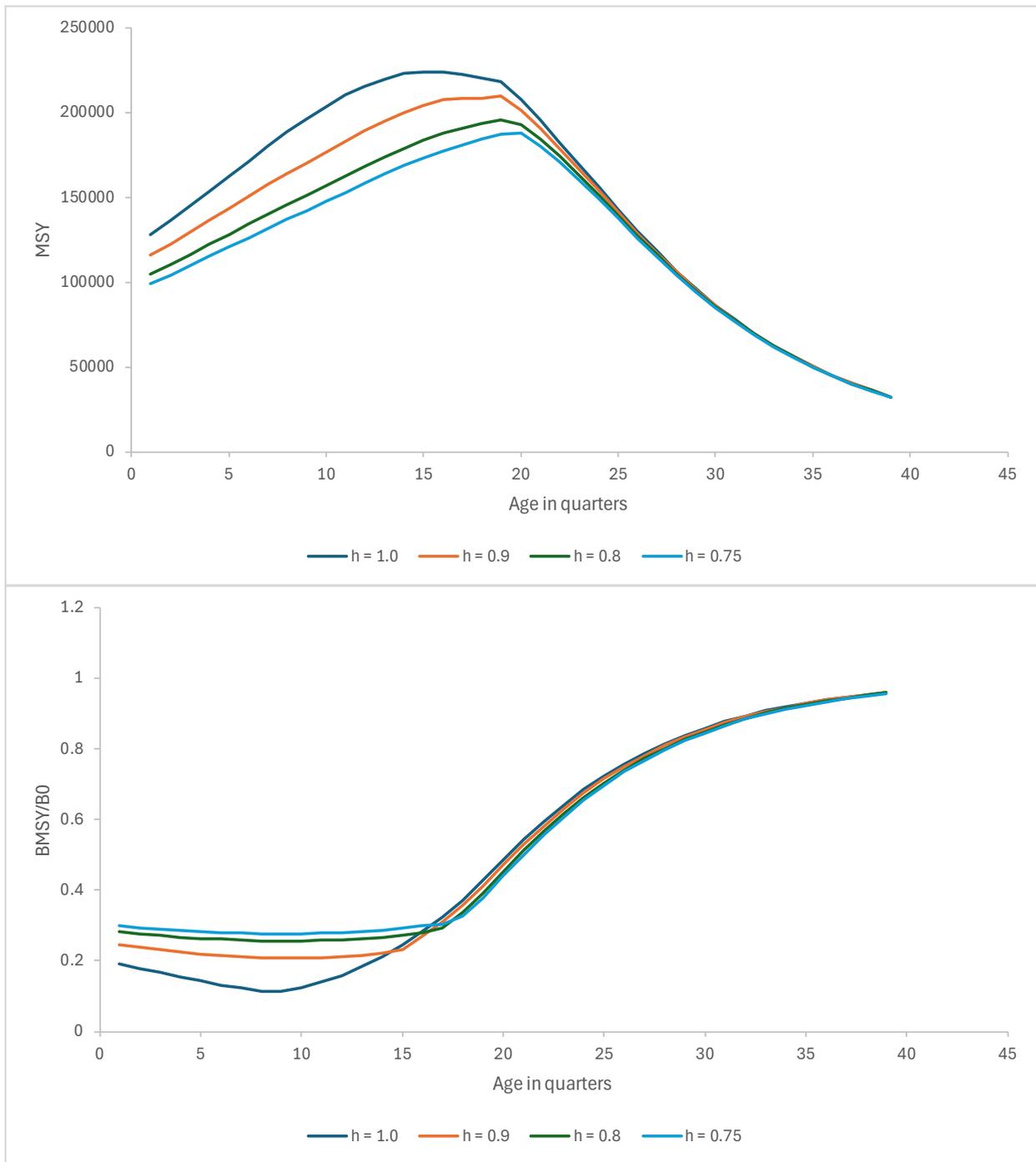
**FIGURE 2.** Comparison of longline selectivity with population processes. The vertical lines are the age of knife edged selectivity the maximize MSY under steepness of  $h = 1$  (age 16 quarters) and  $h = 0.75$  (age 19 quarters).

**FIGURA 2.** Comparación de la selectividad de palangre con procesos de poblaciones. Las líneas verticales corresponden a la edad a la que se maximiza el RMS con selectividad de filo de cuchillo, bajo una inclinación de  $h = 1$  (edad de 16 trimestres) y  $h = 0.75$  (edad de 19 trimestres).



**FIGURE 3.** Estimates of MSY and corresponding  $B_{MSY}/B_0$  under knife-edge selectivity at various ages of entry to the fishery for steepness of the stock-recruitment relationship,  $h = 1.0$  (top panel) and  $h = 0.75$  (bottom panel). The points represent the values (not ages) related to the overall longline selectivity.

**FIGURA 3.** Estimaciones del RMS y  $B_{RMS}/B_0$  con selectividad de filo de cuchillo a diferentes edades de ingreso a la pesquería, correspondientes a una inclinación de la relación población-reclutamiento  $h = 1.0$  (panel superior) y  $h = 0.75$  (panel inferior). Los puntos representan los valores (y no las edades) correspondientes a la selectividad general de palangre.



**FIGURE 4.** Estimates of MSY (top panel) and corresponding  $B_{MSY}/B_0$  (bottom panel) under knife-edge selectivity at various ages of entry to the fishery for different steepness ( $h$ ) of the stock-recruitment relationship.

**FIGURA 4.** Estimaciones del RMS (panel superior) y  $B_{RMS}/B_0$  correspondiente (panel inferior) con selectividad de filo de cuchillo a diferentes edades de ingreso a la pesquería, correspondientes a diferentes inclinaciones ( $h$ ) de la relación población-reclutamiento.