

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-14-04

INDICADORES DE CONDICIÓN DE POBLACIÓN (SSI) PARA LOS ATUNES  
TROPICALES EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL

Haikun Xu

ÍNDICE

Resumen .....	1
1. Antecedentes.....	2
2. Resultados y discusión.....	3

RESUMEN

Se presentan indicadores de condición de población (SSI, de *stock status indicators*; series de tiempo de datos usadas para complementar las evaluaciones de poblaciones, o en ausencia de ellas), basados en datos de palangre y de cerco, para las tres especies de atunes tropicales: aleta amarilla (YFT), patudo (BET) y barrilete (SKJ). La mayoría de los SSI basados en la pesquería sobre objetos flotantes sugiere que la mortalidad por pesca de las tres especies ha aumentado, debido principalmente al aumento del número de lances sobre objetos flotantes. La pandemia de COVID-19 ha afectado negativamente a la pesquería y al muestreo en puerto, por lo que los SSI en 2020 y 2021 deben utilizarse con precaución al interpretar las tendencias a largo plazo. La tendencia general creciente del número de lances en la pesquería sobre objetos flotantes desde 2005, excepto en el primer año de la pandemia de COVID-19 en 2020, se refleja en el aumento de capturas, en la reducción de la captura por lance, y la reducción de la talla promedio de las tres especies en la pesquería sobre objetos flotantes, aunque en la última década las tendencias de algunos indicadores se han aplanado. A medida que el impacto de la pandemia en las actividades pesqueras comenzó a disminuir en 2021, el número de lances sobre objetos flotantes reanudó su tendencia general creciente. En 2022, el número de lances sobre objetos flotantes alcanzó su nivel histórico máximo y rebasó el *statu quo*<sup>1</sup> en un 10.6%. Las tendencias de algunos otros SSI no apoyan la interpretación de que la mortalidad por pesca haya aumentado debido a un incremento en el número de lances sobre objetos flotantes. Es difícil identificar las causas de las diferencias entre SSI, incluso cuando los SSI se consideran en grupo. No obstante, la mayoría de los SSI basados en la pesquería sobre objetos flotantes son consistentes con un aumento de la mortalidad por pesca en esa pesquería. En 2022, tanto la captura en peso como la captura por lance de patudo en lances sobre objetos flotantes alcanzaron sus niveles más bajos desde 2000, lo que puede deberse en parte a la introducción de un esquema de umbral de captura por buque para el atún patudo en virtud de la resolución [C-21-04](#).

<sup>1</sup> Definido como las condiciones promedio en 2017-2019.

## 1. ANTECEDENTES

Uno de los objetivos de ordenación para los atunes tropicales en el Océano Pacífico oriental (OPO) establecidos en la Convención de Antigua es mantener las poblaciones en niveles de abundancia capaces de producir el rendimiento máximo sostenible (RMS). Se usan objetivos de ordenación basados en RMS o puntos de referencia relacionados (por ejemplo, mortalidad por pesca que produce RMS ( $F_{RMS}$ ); sustitutos de reproductor por recluta) para muchas especies y poblaciones en todo el mundo. Sin embargo, estos objetivos requieren la estimación de los puntos de referencia y las cantidades con las que se puedan comparar. Los distintos puntos de referencia basados en modelos precisan diferentes cantidades y tipos de información, desde información biológica (por ejemplo, mortalidad natural, crecimiento, relación población-reclutamiento) y características de las pesquerías (por ejemplo, selectividad por edad) hasta estimaciones de biomasa absoluta y tasas de explotación, que a su vez requieren generalmente una evaluación formal. Para muchas especies y poblaciones, la información necesaria para realizar esa evaluación no está disponible, las evaluaciones no son fiables, o no pueden realizarse con la frecuencia que la ordenación pueda requerir y, por lo tanto, son necesarios métodos alternativos.

Una alternativa es computar indicadores de condición de población (SSI), que son simplemente series de tiempo de datos sin procesar o ligeramente procesados para una población que pueden reflejar tendencias de la abundancia o explotación de esa población. Los SSI incluyen cantidades tales como esfuerzo de pesca, captura, captura por unidad de esfuerzo (CPUE), y la talla de los peces en la captura. Los SSI no pueden usarse directamente para una ordenación que dependa de cantidades basadas en modelos (por ejemplo, RMS,  $F_{RMS}$ ), pero pueden usarse para hacer comparaciones históricas y para identificar tendencias, y pueden proporcionar información que podría ser útil para la ordenación de una población. También pueden usarse en estrategias de ordenación que no dependen de reglas de control de extracción basadas en modelos, como estrategias que usan reglas de control de extracción empíricas (basadas en datos) cuyo rendimiento puede evaluarse formalmente mediante una evaluación de estrategias de ordenación.

Los SSI fueron inicialmente desarrollados para el barrilete del OPO porque las evaluaciones tradicionales de esa especie no se consideraban fiables (por ejemplo, Maunder y Deriso 2007), pero también se han usado recientemente como un componente complementario del asesoramiento de ordenación del personal de la CIAT para los atunes aleta amarilla y patudo en el OPO. Desde 2018, los SSI se han vuelto particularmente importantes como información complementaria, o remplazo transitorio, de las evaluaciones formales tanto del patudo (por ejemplo, [SAC-09-16](#)) como del aleta amarilla ([SAC-10-08](#)), pues el personal consideró que los resultados de las evaluaciones en ese momento no eran lo suficientemente fiables como para utilizarlos como base para su asesoramiento de ordenación.

El personal ha completado el [plan de trabajo para mejorar las evaluaciones de los atunes tropicales](#), y las evaluaciones del patudo ([SAC-11-06](#)) y del aleta amarilla ([SAC-11-07](#)), que ahora se realizan en un marco basado en riesgos ([SAC-11-08](#), [SAC-11 INF-F](#)), fueron consideradas suficientemente fiables para usarse como base para proporcionar asesoramiento de ordenación ([IATTC-97-02](#)). Además, en 2022 se desarrolló una evaluación *provisional* de la población de barrilete en el OPO ([SAC-13-07](#)). Esta es la primera evaluación convencional de la población de barrilete que el personal considera fiable para el asesoramiento de ordenación. Está previsto que el nuevo marco de evaluación basado en riesgos se aplique a las tres especies en 2024, antes del comienzo del próximo ciclo de ordenación plurianual en 2025. Sin embargo, se seguirán reportando dos conjuntos de SSI, uno basado en datos de la pesquería cerquera y otro en datos de la pesquería palangrera, como información complementaria para hacer el seguimiento a las poblaciones entre evaluaciones durante el ciclo de ordenación, y para proporcionar asesoramiento de ordenación según sea necesario. Se computaron los mismos SSI para las tres especies, en la medida de lo posible, y se recopilaron en el presente informe para facilitar las comparaciones entre las especies.

Los **SSI basados en la pesquería de cerco** reportados por tipo de lance (NOA: no asociado; DEL: asociado

a delfines; OBJ: asociado a objetos flotantes), siempre que sea posible, son los siguientes: **número de lances, por tipo de lance** (Figura 1); **capacidad ajustada por la veda** (Figura 1); **captura por tipo de lance** (Figura 2); **captura por lance, por tipo de lance** (Figura 3); y **talla promedio de los peces en la captura retenida, por tipo de lance** (Figura 4). Se desarrolló un SSI adicional para el aleta amarilla basado en el modelado espaciotemporal de la **captura por día de pesca (CPDP)** y **talla promedio de los peces** para la pesquería asociada a delfines (Figura 5), que es superior a los SSI de CPDP usados previamente. Los SSI actuales comienzan en 2000 porque el programa de muestreo en puerto de la CIAT comenzó el muestreo de composición por especies en ese año, y es después de la gran expansión en alta mar de la pesquería sobre objetos flotantes, que comenzó entre principios a mediados de la década de 1990. La escala de todos los SSI está ajustada (indicadores relativos) de tal manera que su promedio sea igual a 1 durante el periodo de 2000-2022. Los percentiles de 10% y 90% se utilizan como niveles de referencia pues los percentiles en los extremos de las colas de la distribución son menos fiables con menos años de datos.

También se han desarrollado varios indicadores que usan datos de la **pesquería palangrera**. Estos incluyen **captura y esfuerzo** (Figura 6), **CPUE** (captura por anzuelo) y **talla promedio** de los peces estimadas a partir de un modelo espaciotemporal (Figura 7). A fin de ser consistentes con los SSI de cerco, los SSI de palangre comienzan en 2000 y su escala ha sido ajustada de tal manera que su promedio sea igual a 1 durante el periodo de 2000-2022. Los niveles de referencia también están basados en los percentiles de 10% y 90%.

Se puede encontrar más información sobre el patudo, el aleta amarilla y el barrilete en los documentos [SAC-11-06](#), [SAC-11-07](#) y [SAC-13-07](#), respectivamente, e información sobre la captura absoluta y el número de lances, por tipo de lance, se puede encontrar en el documento SAC-14-03. Las tablas y el código R que se utilizaron para generar todas las figuras de este informe están disponibles en línea en <https://github.com/HaikunXu/Indicators/blob/main/2023>.

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

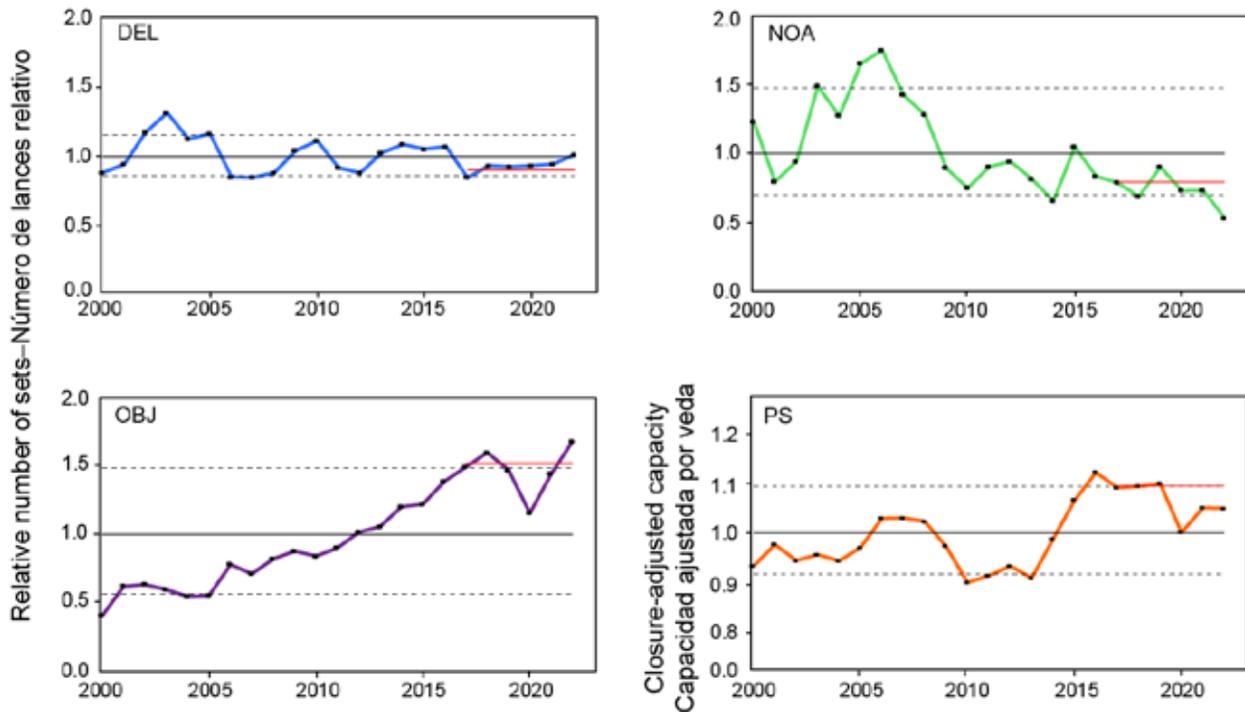
Muchos de los SSI de los últimos años están cerca de sus niveles de referencia de 10% y 90%, siendo 2020 una excepción en la que el número de lances en la pesquería sobre objetos flotantes se redujo sustancialmente (Figura 1). El descenso del 21.5% en el número total de lances sobre objetos flotantes de 2019 a 2020 se atribuye probablemente al impacto negativo de la pandemia de COVID-19 en las operaciones de pesca. Aunque la capacidad de pesca ajustada por la veda y el número de lances en la pesquería sobre objetos flotantes se recuperaron en cierta medida en 2021, se mantienen por debajo de sus niveles de *statu quo*. En 2022, la capacidad de pesca ajustada por la veda cambió ligeramente con respecto a 2021, pero el número de lances en la pesquería sobre objetos flotantes aumentó hasta alcanzar el nivel más elevado desde 2000, rebasando el nivel de *statu quo* en un 10.6%. En cambio, el número de lances en la pesquería no asociada en 2022 disminuyó hasta el nivel más bajo desde 2000. Exceder un nivel de referencia puede tener múltiples interpretaciones, y éstas dependerán del SSI que se esté considerando y de si se ha superado el nivel de referencia superior o inferior. Para interpretar las tendencias de los SSI, puede ser útil tomar en cuenta múltiples SSI simultáneamente.

La mayoría de los SSI de la pesquería sobre objetos flotantes sugiere que las poblaciones de las tres especies han estado potencialmente sujetas a una mortalidad por pesca mayor, debido principalmente al aumento del número de lances en la pesquería sobre objetos flotantes (ver [FAD-05 INF-D](#) para detalles sobre la relación entre el número de lances sobre objetos flotantes y la mortalidad por pesca para el patudo juvenil). La tendencia general al aumento del número de lances sobre objetos flotantes observada desde 2005 es motivo de especial preocupación. Aunque esta tendencia creciente se había interrumpido con el inicio de la pandemia de COVID-19 en 2020, esta tendencia se reanudó en 2021 y 2022, cuando los efectos de la pandemia en las operaciones de pesca disminuyeron gradualmente (Figura 1). En particular, el número de lances sobre objetos flotantes en 2022 alcanzó el valor más alto desde 2000. En 2022, tanto la

captura en peso (Figura 2a) como la captura por lance (Figura 3) de patudo en lances sobre objetos flotantes alcanzaron sus niveles más bajos desde 2000, lo que puede deberse en parte a la introducción de un esquema de umbral de captura por buque para el atún patudo en virtud de la resolución [C-21-04](#). En general, existen tendencias crecientes en las capturas, especialmente en número, de barrilete y aleta amarilla en lances sobre objetos flotantes desde 2000 (Figura 2). Sin embargo, desde 2015, las capturas de los tres atunes tropicales en lances sobre objetos flotantes han tenido una alta variabilidad sin tendencias positivas notorias. La captura por lance (Figura 3) y la talla promedio (Figura 4) de los tres atunes tropicales en lances sobre objetos flotantes mostraron tendencias temporales similares: disminuyeron entre 2000 y 2015 y se han mantenido relativamente estables a partir de entonces. El reciente aumento en la captura de aleta amarilla en lances sobre objetos flotantes en 2022 es particularmente fuerte, que alcanzó el nivel más alto desde 2000 (aumento del 38.9% y 67.5% de 2021 a 2022, en peso y números ajustados por el sesgo, respectivamente).

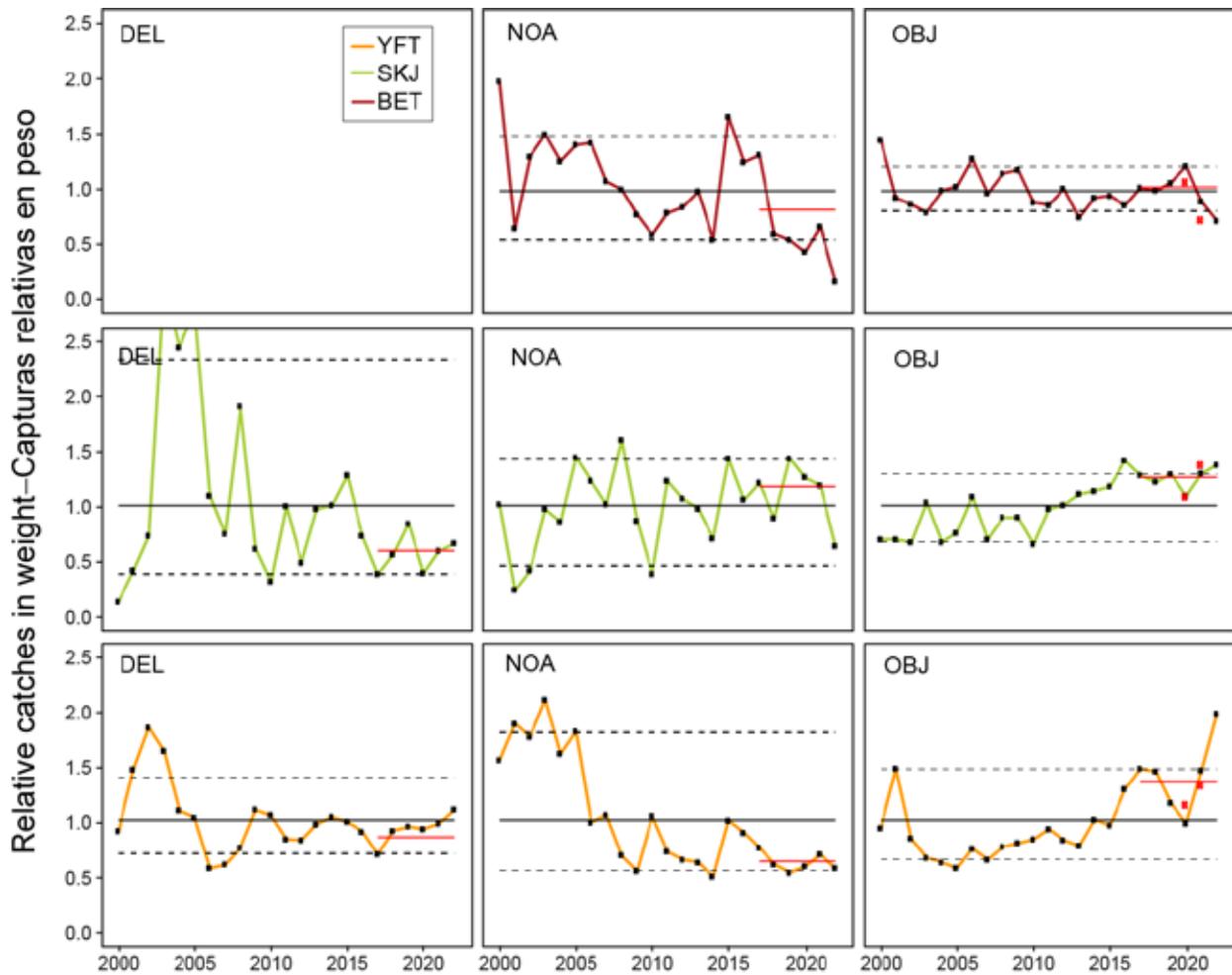
Por otra parte, las tendencias de algunos de los otros SSI no apoyan necesariamente la interpretación de que el incremento de la mortalidad por pesca esté ocurriendo debido a un aumento del número de lances sobre objetos flotantes. En particular, las tendencias de la captura por lance para otros tipos de lance (Figura 3), la talla promedio del aleta amarilla en los otros tipos de lance (Figuras 4 y 5), y los índices de abundancia de la pesquería cerquera asociada a delfines (Figura 5) y la pesquería palangrera (Figura 7) no son consistentes con esa interpretación.

Es difícil identificar las causas de las diferencias entre SSI, incluso cuando los SSI se consideran en grupo. Las inconsistencias entre los SSI de aleta amarilla podrían deberse a una interacción entre la estructura potencial de la población y diferencias en la distribución espacial del esfuerzo en los distintos tipos de lance y artes (ver [Fig. B-4 de IATTC-95-05](#)). Además, la captura por lance podría no ser un indicador fiable de la abundancia relativa, particularmente para la especie objetivo (es decir, barrilete en la pesquería sobre objetos flotantes y aleta amarilla en la pesquería sobre delfines).



**FIGURE 1.** Indicators based on purse-seine fishing effort, 2000-2022. The red dashed lines mark the *status quo* levels (average conditions in 2017-2019).

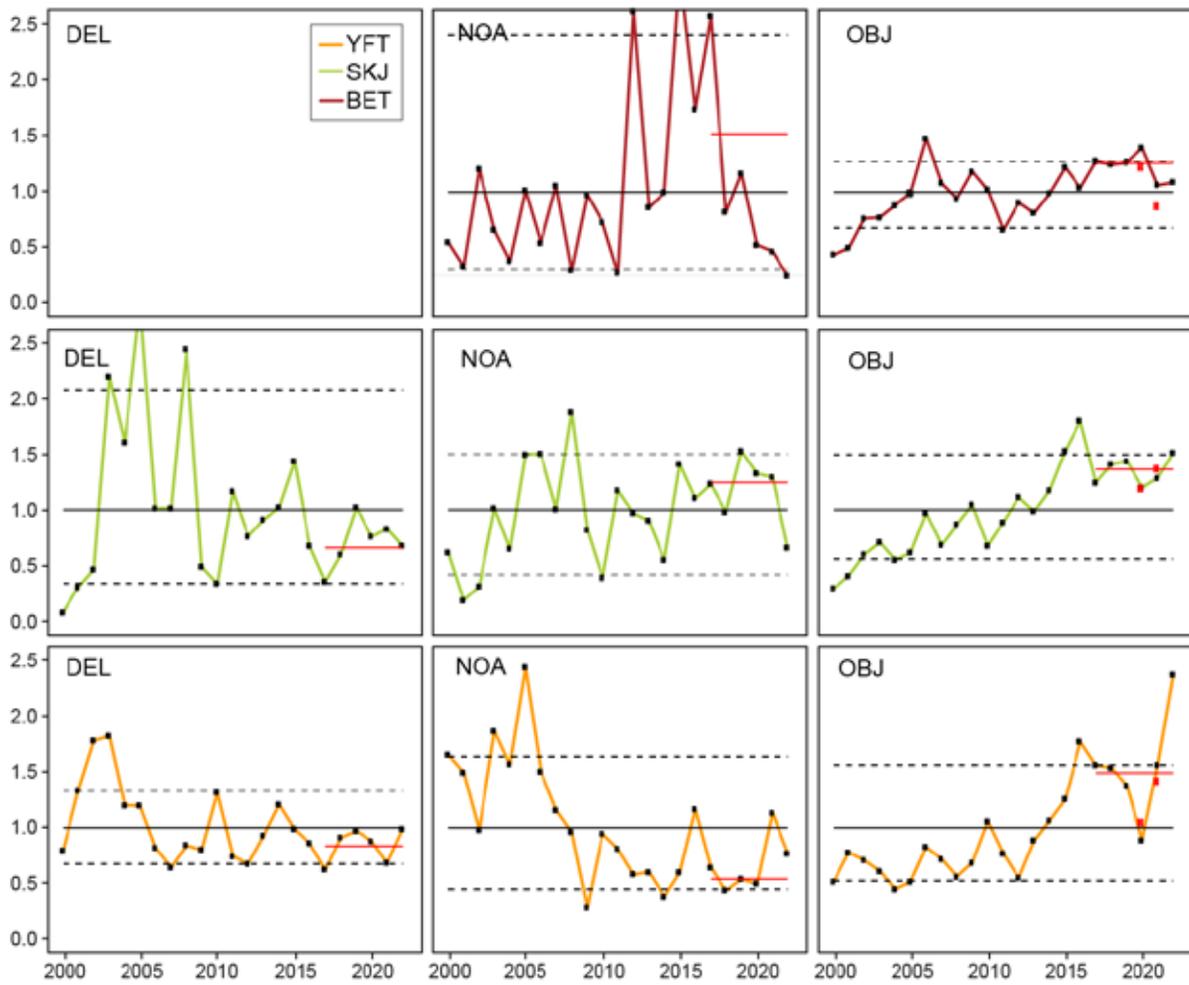
**FIGURA 1.** Indicadores basados en el esfuerzo de pesca de cerco, 2000-2022. Las líneas discontinuas rojas marcan los niveles de *status quo* (condiciones promedio en 2017-2019).

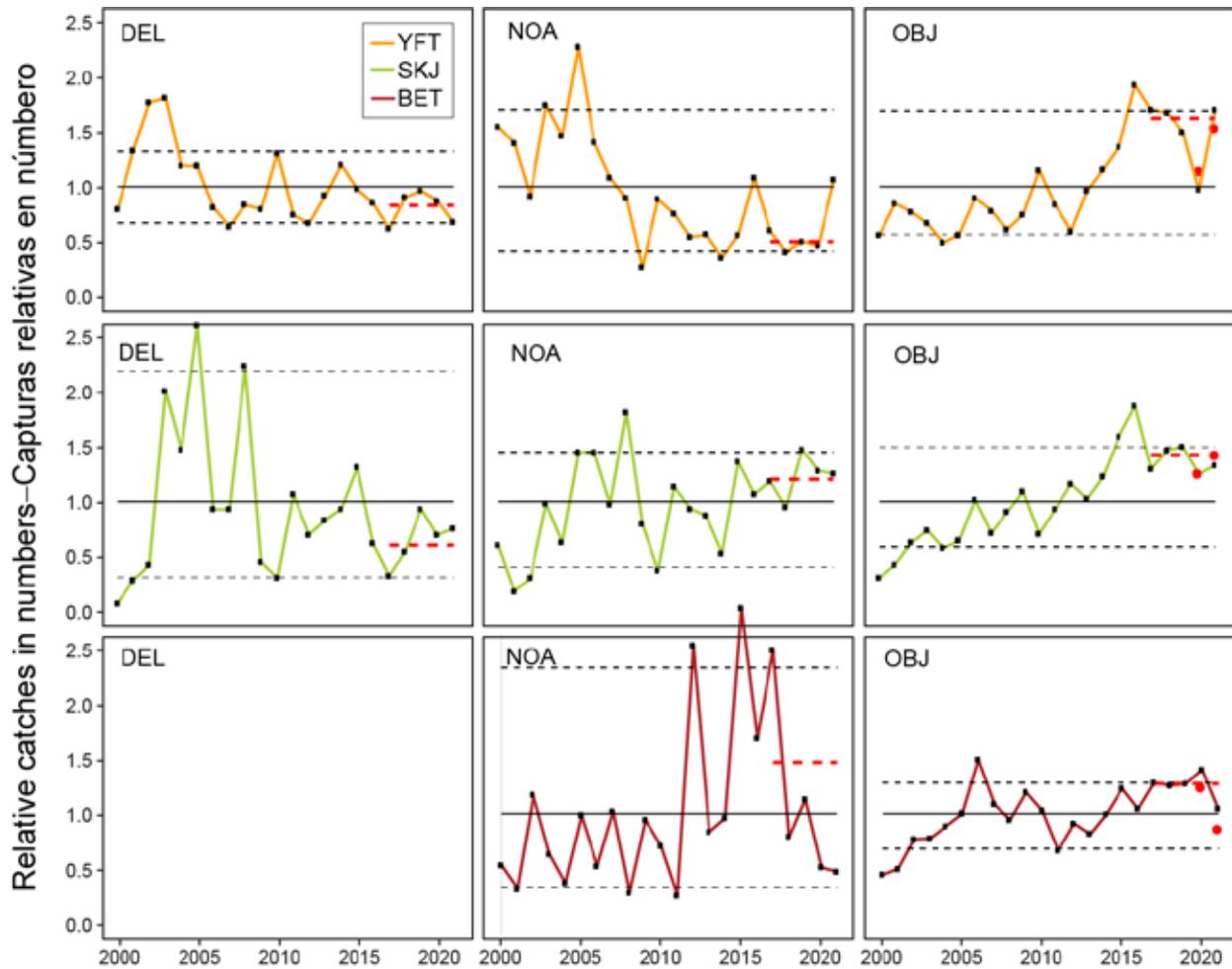


**FIGURE 2a.** Indicators based on purse-seine catch in weight, 2000-2022. The red dots are the bias-adjusted values for OBJ catches in the two COVID-19 years of 2020 and 2021 (see SAC-14-INF-D). The red dashed lines mark the *status quo* levels (average conditions in 2017-2019).

**FIGURA 2a.** Indicadores basados en la captura cerquera en peso, 2000-2022. Los puntos rojos son los valores ajustados al sesgo para las capturas OBJ en los dos años de COVID-19 de 2020 y 2021 (ver SAC-14-INF-D). Las líneas discontinuas rojas marcan los niveles de *status quo* (condiciones promedio en 2017-2019).

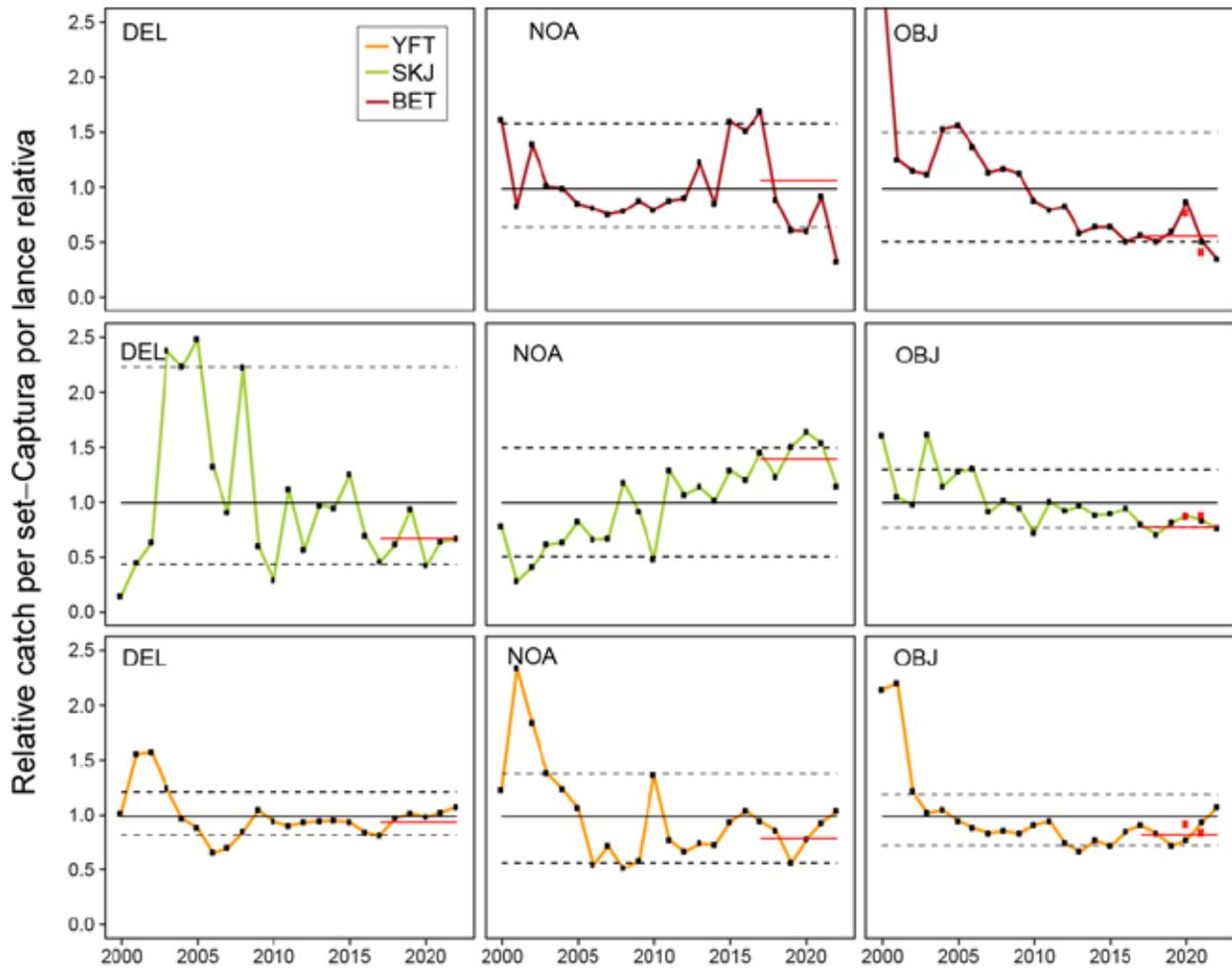
Relative catches in numbers--Capturas relativas en número





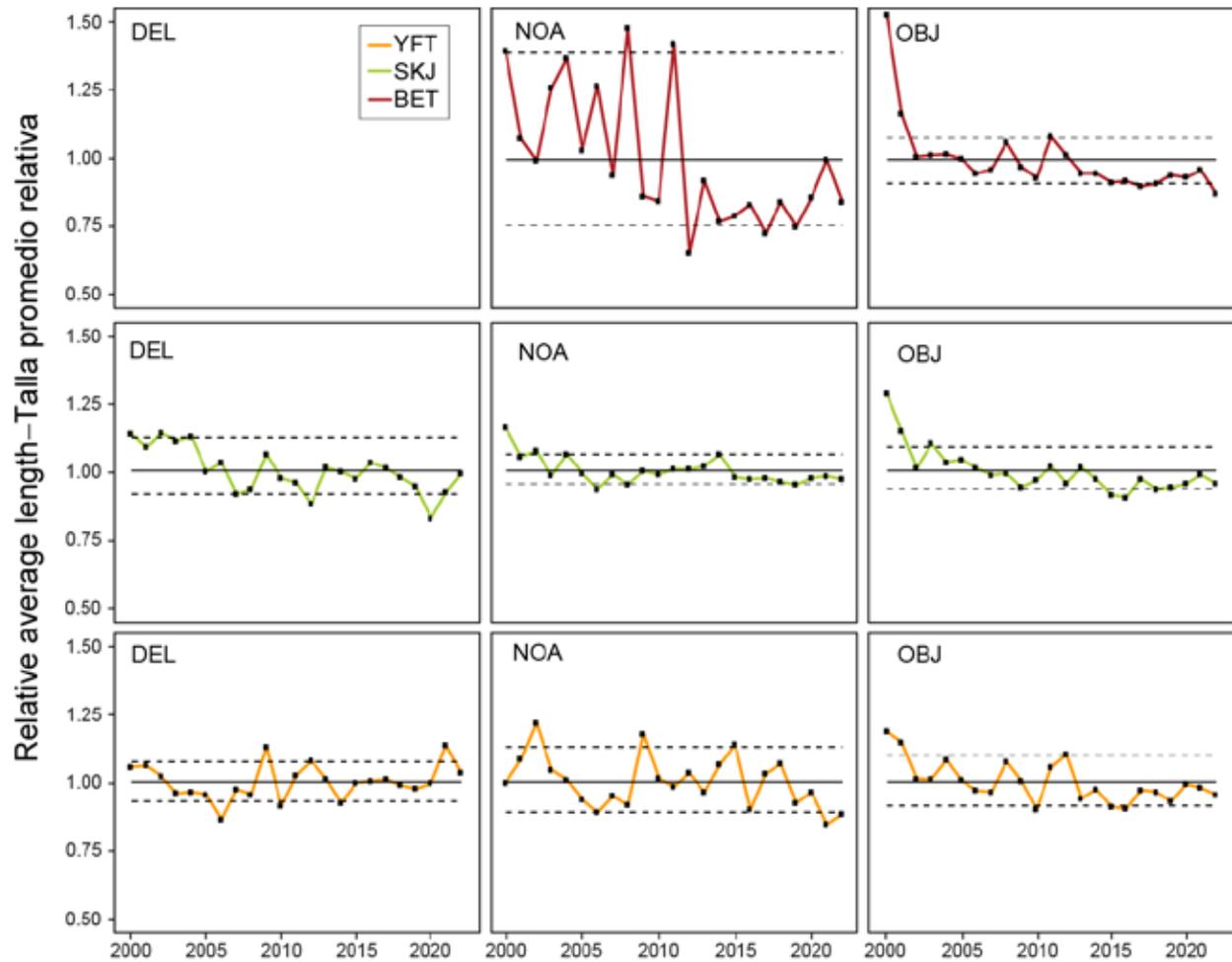
**FIGURE 2b.** Indicators based on purse-seine catch in number, 2000-2022. The red dots are the bias-adjusted values for OBJ catches in the two COVID-19 years (see SAC-14-INF-D). Here we assume that the impact of COVID-19 on the port sampling did not influence the size composition of the catch. The red dashed lines mark the *status quo* levels (average conditions in 2017-2019).

**FIGURA 2b.** Indicadores basados en la captura cerquera en número, 2000-2022. Los puntos rojos son los valores ajustados al sesgo para las capturas OBJ en los dos años de COVID-19 (ver SAC-14-INF-D). Aquí se supone que el impacto del COVID-19 en el muestreo en puerto no influyó en la composición por talla de la captura. Las líneas discontinuas rojas marcan los niveles de *status quo* (condiciones promedio en 2017-2019).



**FIGURE 3.** Indicators based on purse-seine catch-per-set, 2000-2022. The red dots are the bias-adjusted values for OBJ catches in the two COVID-19 years (see SAC-14-INF-D). The red dashed lines mark the *status quo* reference levels (average conditions in 2017-2019).

**FIGURA 3.** Indicadores basados en captura por lance cerquero, 2000-2022. Los puntos rojos son los valores ajustados al sesgo para las capturas OBJ en los dos años de COVID-19 (ver SAC-14-INF-D). Las líneas discontinuas rojas marcan los niveles de referencia de *statu quo* (condiciones promedio en 2017-2019).



**FIGURE 4.** Indicators based on average length of fish in the purse-seine catch, 2000-2022. The y-axis limits differ from the figures for the other indicators to accentuate the changes because average length is less sensitive to fishing mortality.

**FIGURA 4.** Indicadores basados en la talla promedio de los peces en la captura cerquera, 2000-2022. Los límites del eje "y" difieren de las figuras de los otros indicadores para acentuar los cambios ya que la talla promedio es menos sensible a la mortalidad por pesca.

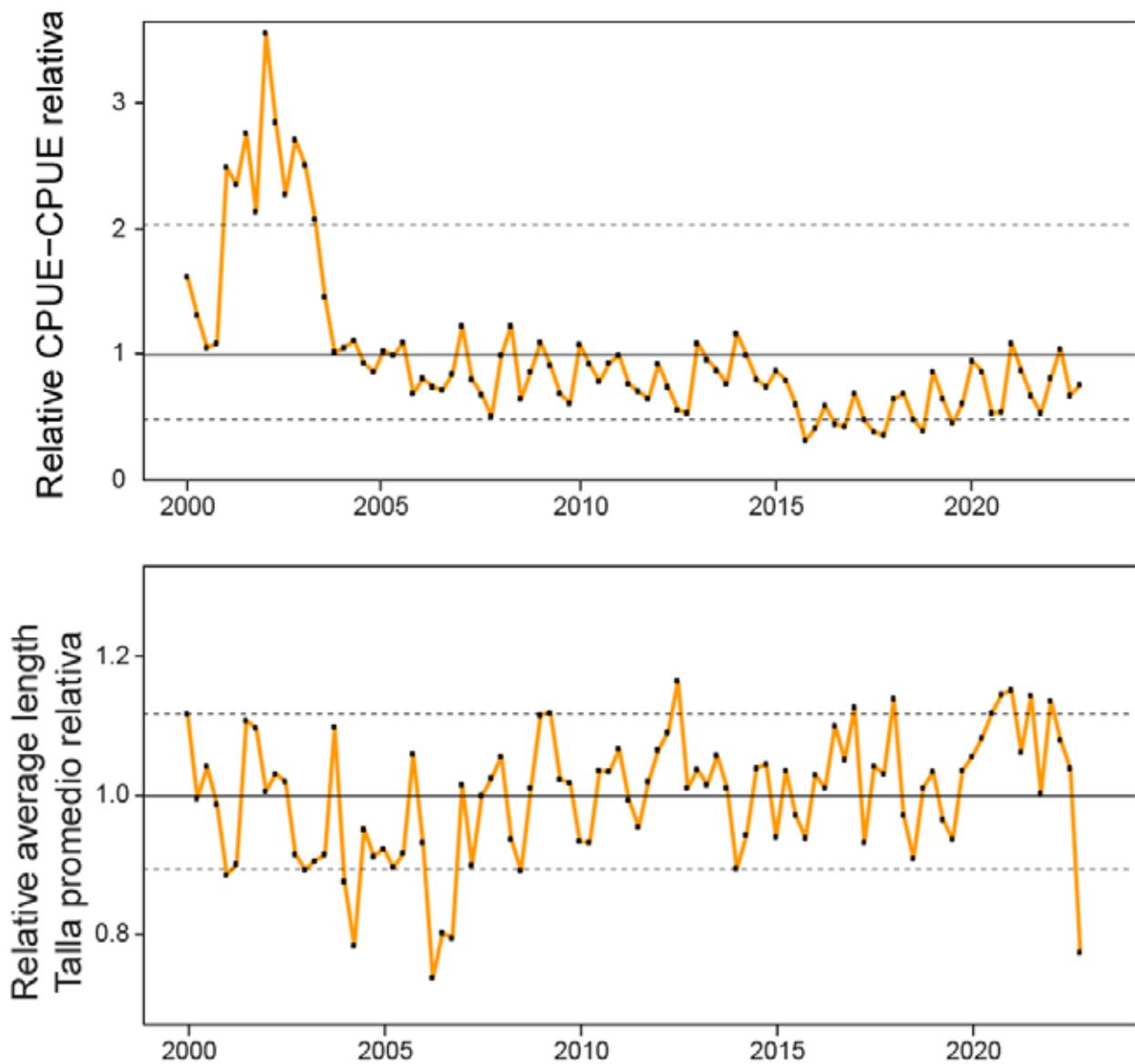


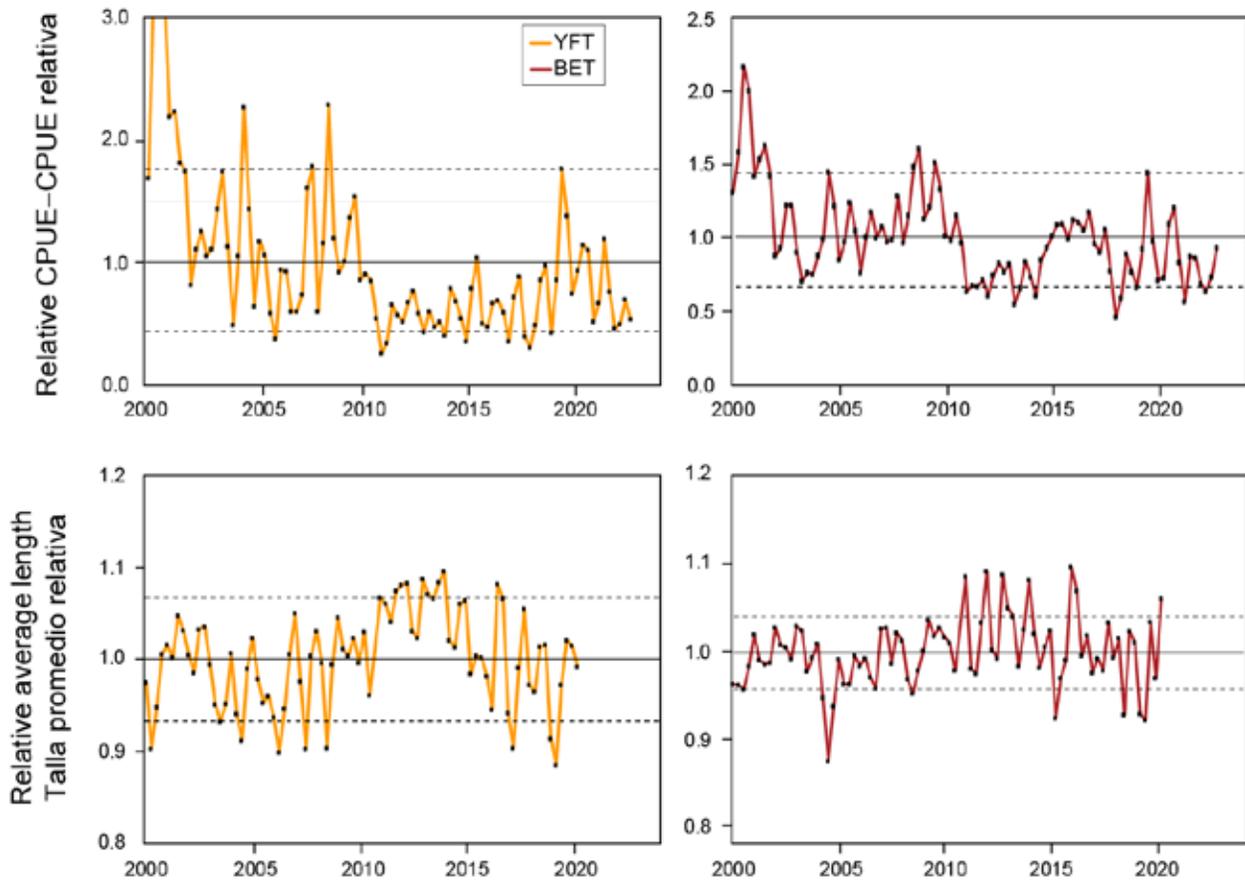
FIGURE 5. Indicators based on spatio-temporal modelling of catch-per-day-fished and length compositions for the purse-seine fishery on yellowfin associated with dolphins, 2000-2022.

FIGURA 5. Indicadores basados en el modelado espaciotemporal de la captura por día de pesca y composiciones por talla para la pesquería cerquera de aleta amarilla asociada a delfines, 2000-2022.



**FIGURE 6.** Indicators based on longline catch and effort data, 2000-2022 (data for 2022 only included for bigeye tuna from the monthly reports).

**FIGURA 6.** Indicadores basados en datos de captura y esfuerzo de palangre, 2000-2022 (los datos de 2022 solo se incluyen para atún patudo, obtenidos de los informes mensuales).



**FIGURE 7.** Indicators based on spatio-temporal modelling of longline data, 2000-2022. The y-axis limits for average length differ from the figures for the other indicators to accentuate the changes because average length is less sensitive to fishing mortality.

**FIGURA 7.** Indicadores basados en el modelado espaciotemporal de datos de palangre, 2000-2022. Los límites del eje "y" para la talla promedio difieren de las figuras de los otros indicadores para acentuar los cambios ya que la talla promedio es menos sensible a la mortalidad por pesca.