

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

15ª REUNIÓN

La Jolla, California (EE. UU.)

10-14 de junio de 2024

DOCUMENTO SAC-15 INF-F

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). Algunos SSI basados en la pesquería sobre objetos flotantes sugieren que la mortalidad por pesca de las tres especies ha aumentado, debido principalmente al aumento del número de lances sobre objetos flotantes. La tendencia general creciente del número de lances en la pesquería sobre objetos flotantes, excepto en el primer año de la pandemia de COVID-19 en 2020, se refleja en el aumento de capturas de aleta amarilla y barrilete, en la reducción de la captura por lance de patudo, y la reducción de la talla promedio inicialmente para las tres especies en la pesquería sobre objetos flotantes, pero las tendencias de talla promedio se han aplanado en la última década. 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 y alcanzó su nivel histórico máximo en 2022, rebasando el *statu quo*<sup>1</sup> en un 12%. La tendencia creciente no continuó en 2023, pero el número de lances sobre objetos flotantes se mantuvo por encima del *statu quo* (8%). 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 razones de las diferencias entre SSI, incluso cuando los SSI se consideran en grupo.

De las tres especies de atunes tropicales, los SSI son especialmente preocupantes en el caso del patudo. El patudo se captura principalmente en la pesquería sobre objetos flotantes, donde la captura por lance y la talla promedio han mostrado un descenso constante a lo largo del tiempo, mientras que la captura se ha mantenido relativamente estable, excepto en los últimos años, en los que las capturas alcanzaron niveles históricos bajos en 2022 y 2023. Todo ello indica que la mortalidad por pesca ha ido aumentando y

---

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

la abundancia ha ido disminuyendo. En 2022 y 2023, tanto la captura en peso (Figura 2a) como la captura por lance (Figura 3) de patudo capturado en lances sobre objetos flotantes alcanzaron los niveles más bajos desde 2000, lo que puede deberse en parte a la introducción del esquema de umbrales individuales por buque (UIB) para incentivar la reducción de las capturas de patudo en virtud de la resolución [C-21-04](#). Una evaluación del impacto del esquema UIB confirmó que probablemente tuvo un efecto positivo en la reducción de las capturas de patudo en 2022 y 2023 (SAC-15 INF-K).

## 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 enfoques de ordenación que dependan 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 al principio (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.

En 2024, el personal completó evaluaciones de referencia del patudo ([SAC-15-02](#)), del aleta amarilla ([SAC-15-03](#)) y del barrilete ([SAC-15-04](#)), que ahora se realizan en un marco basado en riesgos de conjuntos de modelos. El nuevo marco de evaluación basado en riesgos se aplicó 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 palanquera, como información complementaria para hacer el seguimiento a las poblaciones durante el ciclo de ordenación entre evaluaciones, 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). 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 2000-2023. 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), y **CPUE** (captura por anzuelo) y **talla promedio** de los peces estimadas a partir de modelos espaciotemporales (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 2000-2023. Los niveles de referencia también están basados en los percentiles de 10% y 90%. 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

Se puede encontrar más información sobre el patudo, el aleta amarilla y el barrilete en los documentos **SAC-15-02, SAC-15-03 y SAC-15-04**, respectivamente, e información sobre la captura absoluta y el número de lances, por tipo de lance, se puede encontrar en el documento **SAC-15-01**. 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/2024>.

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se debe tener cuidado al interpretar el contenido informativo de los indicadores sobre el aumento de la mortalidad por pesca. En general, el aumento del esfuerzo implica un aumento de la mortalidad por pesca, pero los cambios en la estrategia de pesca podrían ocasionar que la mortalidad por pesca se mantuviera estable o incluso disminuyera al aumentar el esfuerzo. De manera similar, el aumento de la mortalidad por pesca suele reducir el tamaño de la población y se reflejará en una reducción de la CPUE. Sin embargo, los cambios en la estrategia pesquera podrían influir en la relación entre la CPUE y la abundancia. Además, es posible que la abundancia fluctúe debido a las condiciones ambientales, sobre todo por su impacto en el reclutamiento, que es más influyente en las pesquerías que capturan principalmente juveniles, como la pesquería OBJ. Es posible que las capturas aumenten debido a que la mortalidad por pesca aumenta más rápidamente de lo que disminuye la población y/o a que la relación población-reclutamiento es débil en el caso de las pesquerías que capturan principalmente juveniles, o que disminuyan debido a que la mortalidad por pesca aumenta más lentamente de lo que disminuye la población. La talla promedio de la captura podría disminuir debido a un aumento de la mortalidad por pesca, pero también podría disminuir debido a reclutamientos crecientes (es decir, más peces pequeños que entran en la pesquería) o aumentar debido a reclutamientos bajos. Como se ha indicado anteriormente, el rango de edad de los peces capturados por una pesquería también debe tenerse en cuenta a la hora de interpretar los indicadores.

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 debido al impacto negativo de la pandemia de COVID-19 en las operaciones de pesca (Figura 1). Desde entonces, la capacidad de pesca ajustada por la veda y el número de lances en la pesquería sobre objetos flotantes se han recuperado de la pandemia de COVID-19. La capacidad de pesca ajustada por la veda para 2023 se ha recuperado hasta situarse aproximadamente un 1% por debajo del nivel de *statu quo*. En 2022, 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 11%. Esta cifra disminuyó ligeramente en un 4% de 2022 a 2023, pero en 2023 sigue estando un 8% por encima del nivel de *statu quo*. En 2022 y 2023, el número de lances en la pesquería sobre objetos flotantes se situó por encima del nivel de referencia de 90%, mientras que el de la pesquería no asociada disminuyó hasta el nivel más bajo desde 2000 (aproximadamente el 50% del número promedio entre 2000 y 2023; Figura 1). En comparación, el número de lances en la pesquería asociada a delfines para 2023 estuvo cerca del nivel promedio histórico.

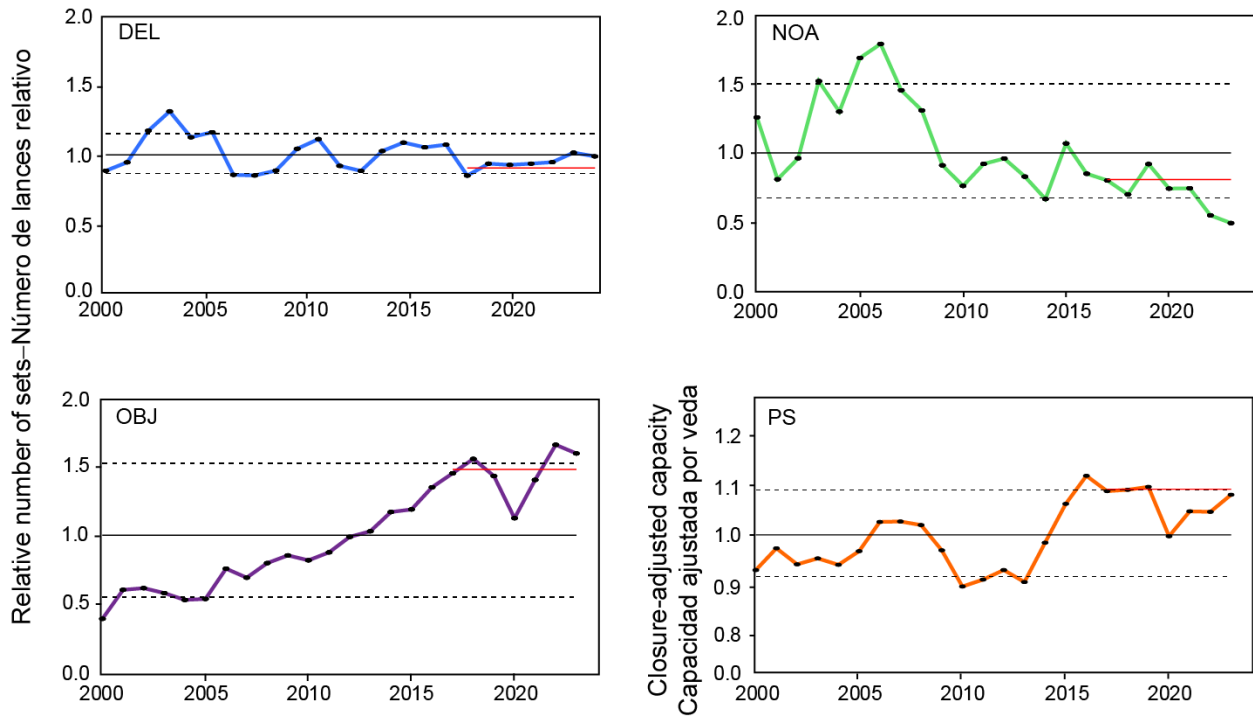
Algunos SSI de la pesquería sobre objetos flotantes sugieren que las poblaciones de las tres especies han estado potencialmente sujetas a una mortalidad por pesca mayor, debido principalmente al aumento del número de lances en la pesquería sobre objetos flotantes descrito anteriormente (ver [FAD-05 INF-D](#) para detalles sobre la relación entre el número de lances sobre objetos flotantes y la mortalidad por pesca para el patudo juvenil). En general, las tendencias en las capturas de barrilete y aleta amarilla en lances sobre objetos flotantes han ido en aumento desde 2000 (Figura 2). En 2023, la captura de barrilete en lances sobre objetos flotantes alcanzó el nivel más alto desde 2000 (Figura 2). La captura por lance de aleta amarilla y barrilete en lances sobre objetos flotantes no han mostrado una tendencia evidente desde 2010, mientras que las de patudo en lances sobre objetos flotantes han seguido disminuyendo desde 2005 (Figura 3). La talla promedio de los tres atunes tropicales en lances sobre objetos flotantes mostró tendencias temporales similares: disminuyó entre 2000 y 2015 y se mantuvo relativamente estable a partir de entonces (Figura 4).

De las tres especies de atunes tropicales, los SSI son especialmente preocupantes en el caso del patudo. El patudo se captura principalmente en la pesquería sobre objetos flotantes, donde la captura por lance (Figura 3) y la talla promedio (Figura 4) han mostrado un descenso constante a lo largo del tiempo, mientras que la captura se ha mantenido relativamente estable, excepto en los últimos años, en los que las capturas alcanzaron niveles históricos bajos en 2022 y 2023 (Figura 2a). Todo ello indica que la mortalidad por pesca ha ido aumentando y la abundancia ha ido disminuyendo. En 2022 y 2023, tanto la captura en peso (Figura 2a) como la captura por lance (Figura 3) de patudo capturado en lances sobre objetos flotantes alcanzaron los niveles más bajos desde 2000, lo que puede deberse en parte a la introducción del esquema de umbrales individuales por buque (UIB) para incentivar la reducción de las capturas de patudo en virtud de la resolución [C-21-04](#). Una evaluación del impacto del esquema UIB confirmó que probablemente tuvo un efecto positivo en la reducción de las capturas de patudo en 2022 y 2023 (SAC-15 INF-K).

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 al aumento del número de lances sobre objetos flotantes. Se observaron tendencias positivas en la captura por lance de barrilete y aleta amarilla en lances no asociados y asociados a delfines, respectivamente (Figura 3). Sin embargo, es posible que también reflejen una mayor eficacia pesquera debida a la mejora de la tecnología. Tanto los índices de abundancia de la pesquería de cerco asociada a delfines (Figura 5) como los de la pesquería de palangre (Figura 7) para el aleta amarilla han aumentado desde 2015. El índice de abundancia de palangre para el patudo no ha mostrado una tendencia notable a largo plazo desde 2010 (Figura 7). Cabe señalar que los índices de abundancia de palangre para el patudo y el aleta amarilla tienen intervalos de confianza amplios en los últimos años debido a una disminución reciente en la cobertura espacial y el tamaño de la

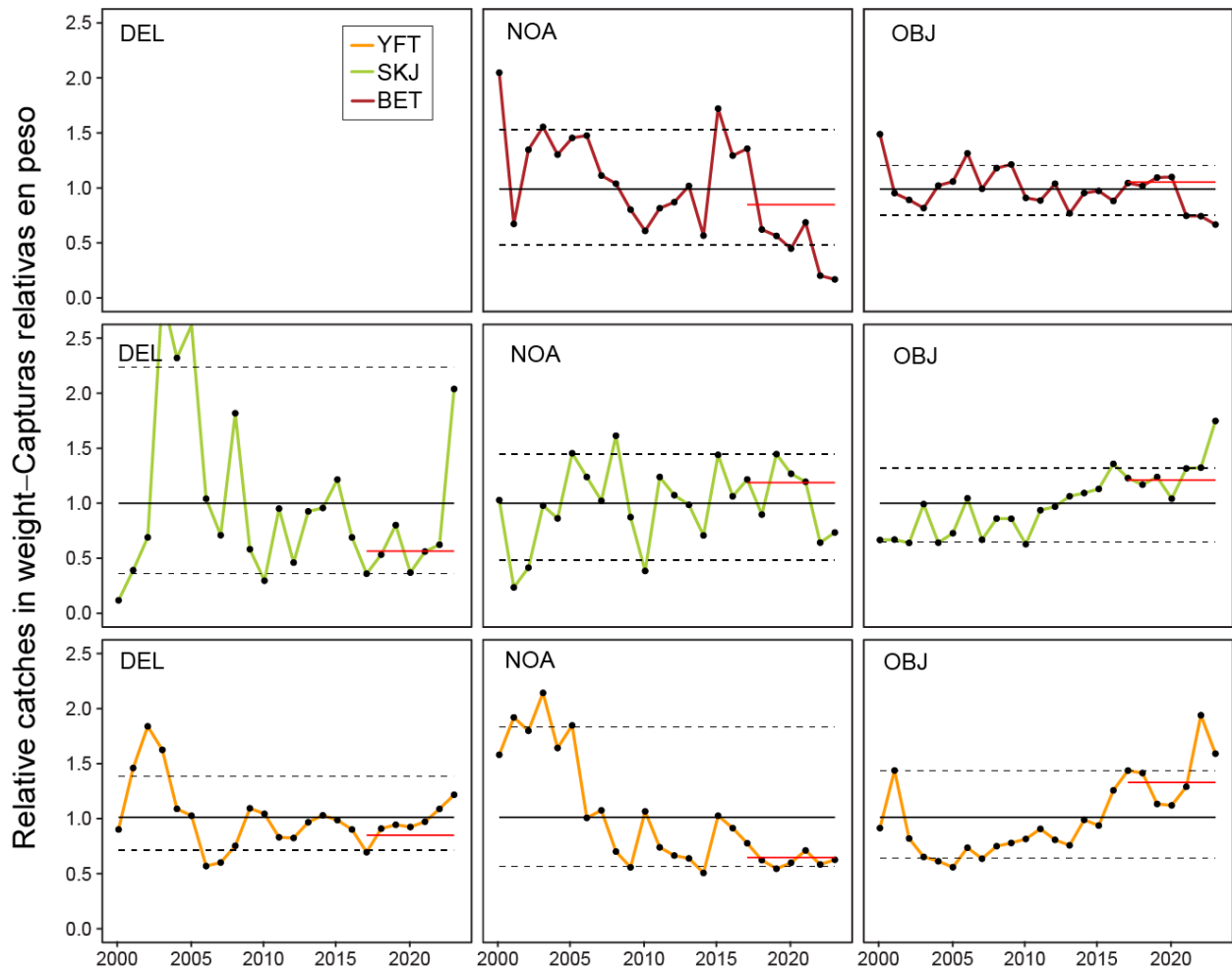
muestra (es decir, el número de lances) del conjunto de datos de captura y esfuerzo de palangre de Japón (Figura 7). Por lo tanto, las tendencias recientes de abundancia basadas en los índices de palangre son muy inciertas.

Es difícil identificar las causas de las diferentes tendencias en los SSI de una especie, 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).



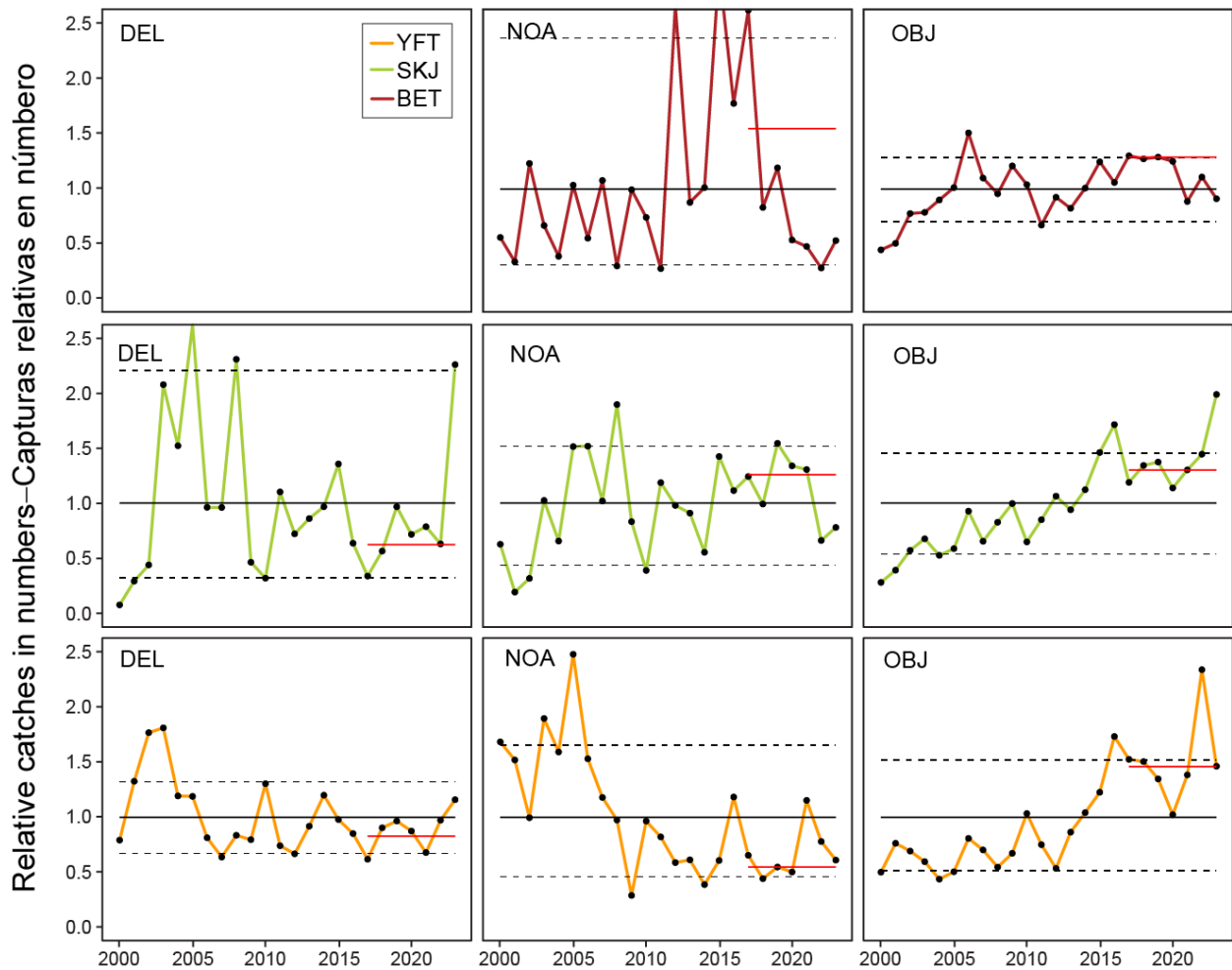
**FIGURE 1.** Indicators based on purse-seine fishing effort, 2000-2023. The red horizontal lines mark the *status quo* levels (average conditions in 2017-2019).

**FIGURA 1.** Indicadores basados en el esfuerzo de pesca de cerco, 2000-2023. Las líneas horizontales rojas marcan los niveles de *status quo* (condiciones promedio en 2017-2019).



**FIGURE 2a.** Indicators based on purse-seine catch in weight, 2000-2023. The OBJ catches during 2020 and 2021 (COVID-19 years) are biased-adjusted according to SAC-14-INF-D. The red horizontal lines mark the *status quo* levels (average conditions in 2017-2019).

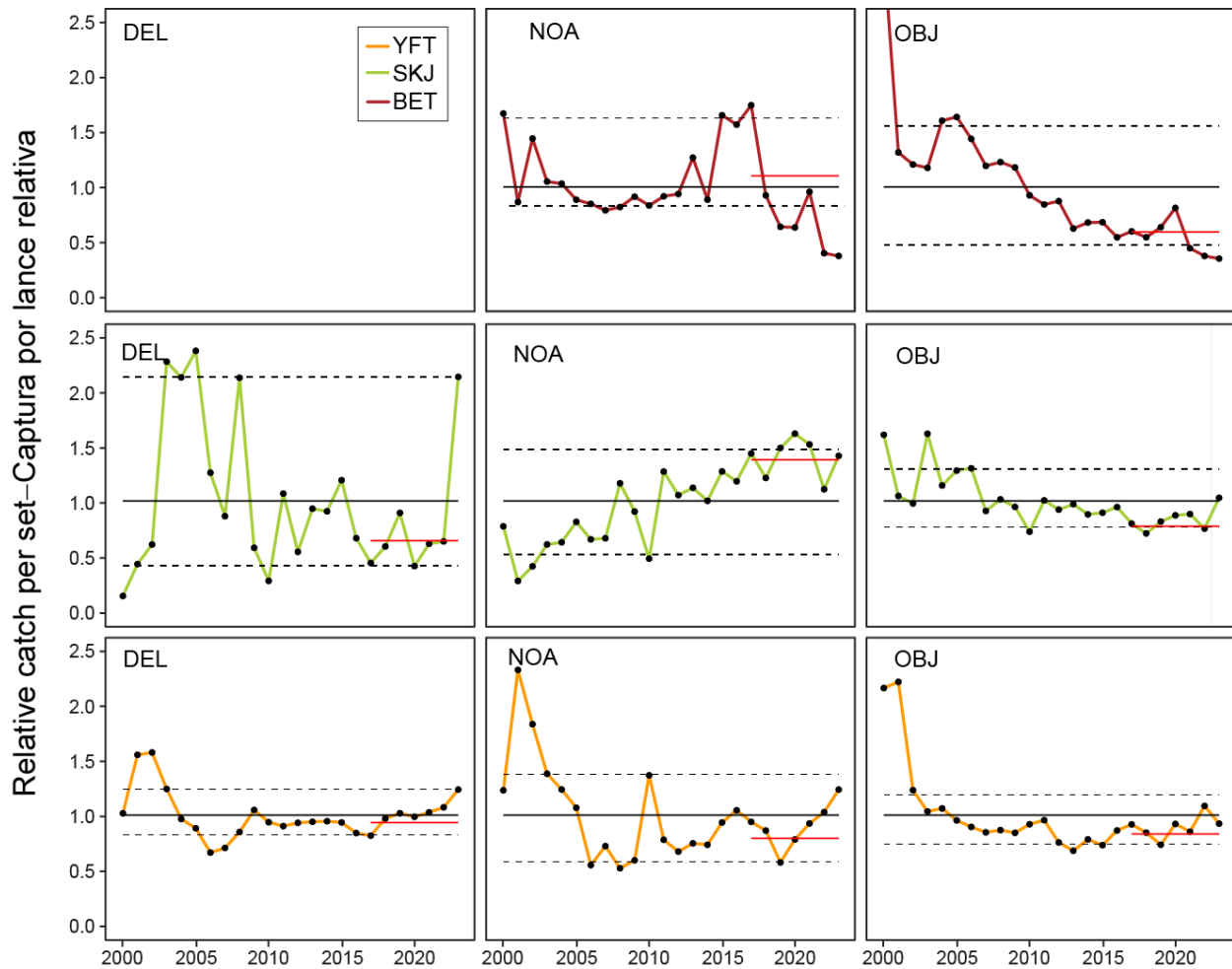
**FIGURA 2a.** Indicadores basados en la captura cerquera en peso, 2000-2023. La captura por lance OBJ durante 2020 y 2021 (años de COVID-19) es ajustada por sesgo acorde a SAC-14-INF-D. Las líneas horizontales rojas marcan los niveles de *status quo* (condiciones promedio en 2017-2019).



**FIGURE 2b.** Indicators based on purse-seine catch in number, 2000-2023. The OBJ catches during 2020 and 2021 (COVID-19 years) are biased-adjusted according to 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 horizontal lines mark the *status quo* levels (average conditions in 2017-2019).

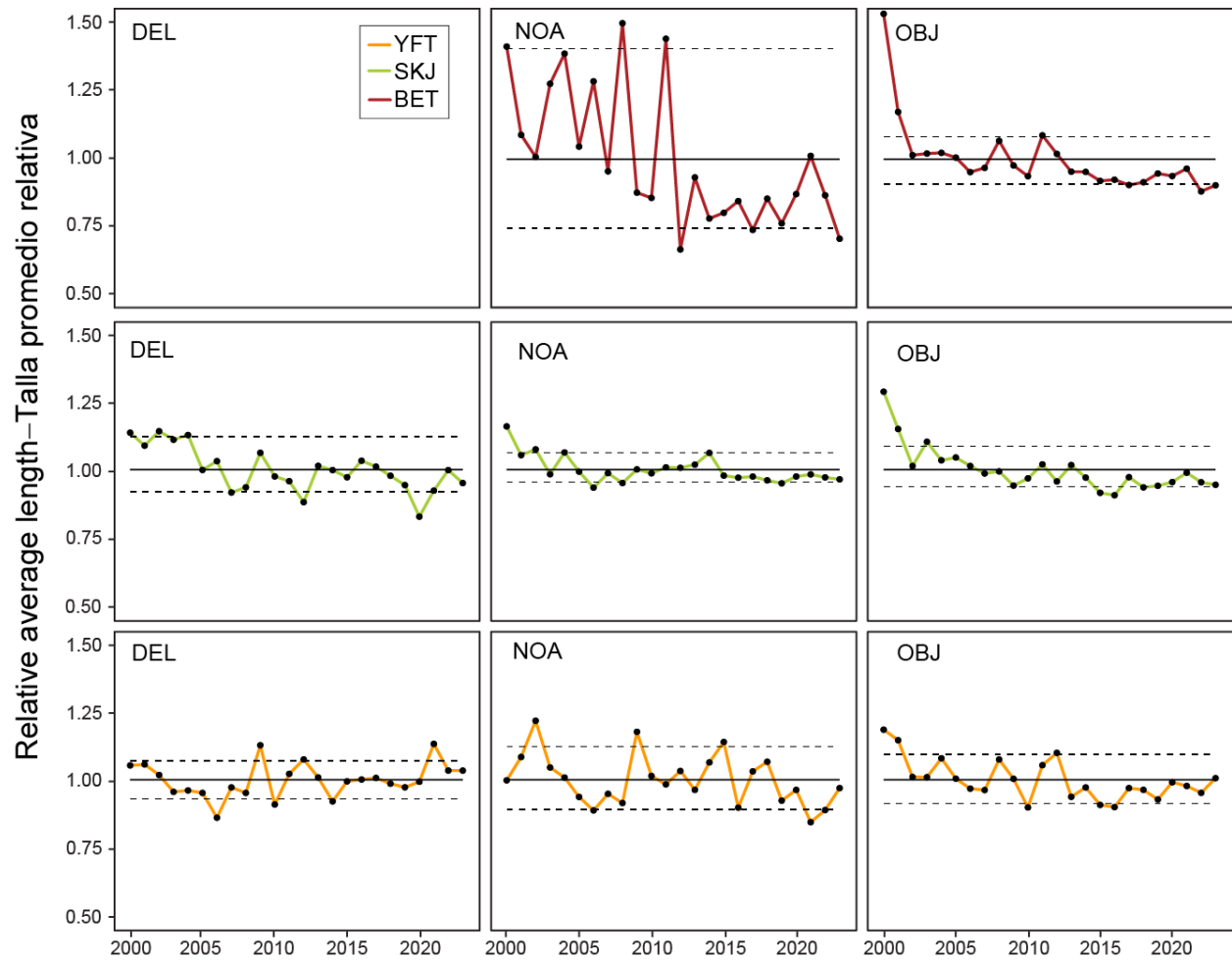
**FIGURA 2b.** Indicadores basados en la captura cerquera en número, 2000-2023.. La captura por lance OBJ durante 2020 y 2021 (años de COVID-19) es ajustada por sesgo acorde a SAC-14-INF-D. Aquí se supone que el impacto del COVID-19 en el muestreo en puerto no influyó en la composición por talla de la captura. Las líneas horizontales rojas marcan los niveles de *status quo* (condiciones promedio en 2017-2019).





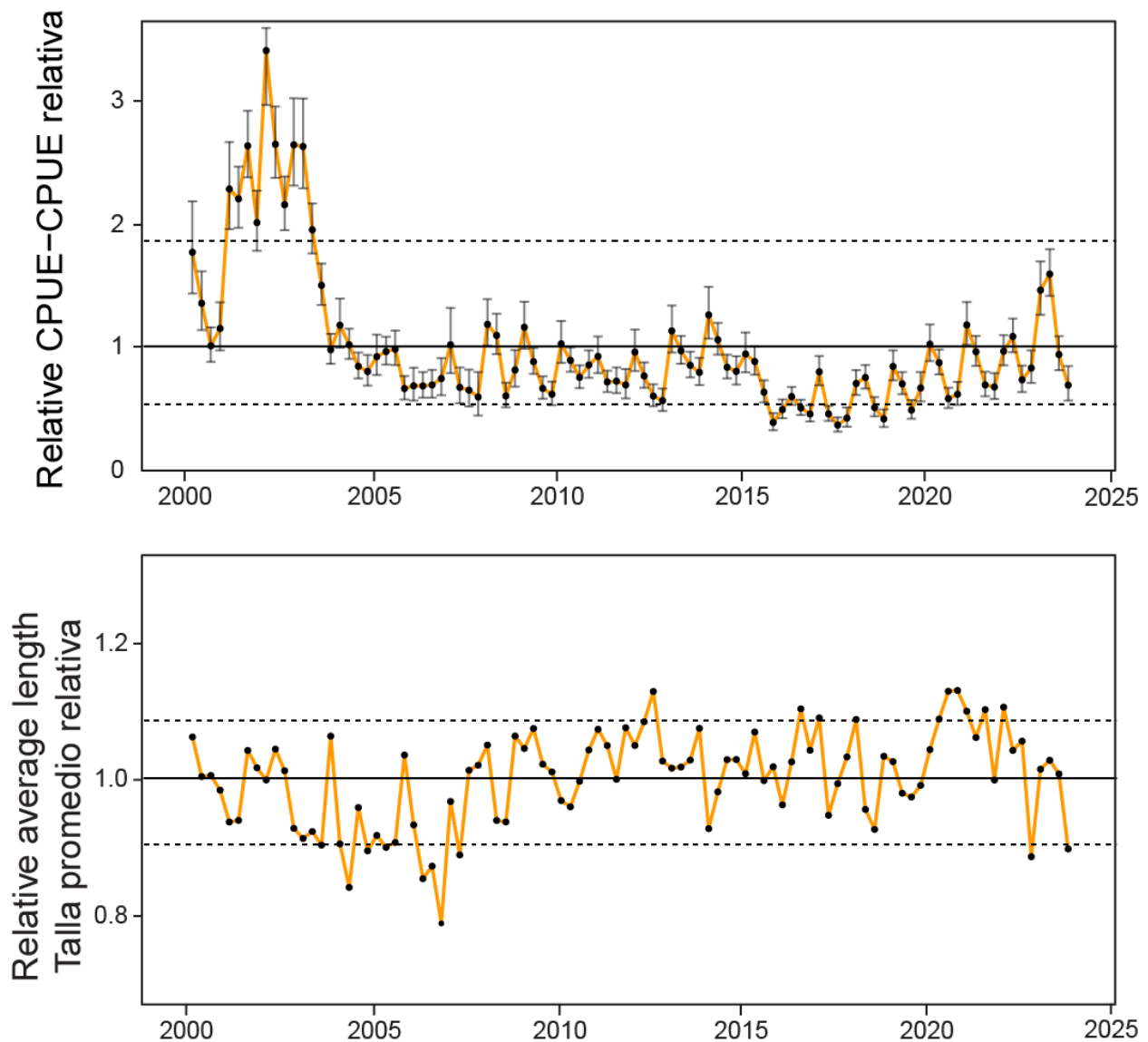
**FIGURE 3.** Indicators based on purse-seine catch-per-set, 2000-2023. The OBJ catch per set during 2020 and 2021 (COVID-19 years) are biased-adjusted according to SAC-14-INF-D. The red horizontal lines mark the *status quo* reference levels (average conditions in 2017-2019).

**FIGURA 3.** Indicadores basados en captura por lance cerquero, 2000-2023. La captura por lance OBJ durante 2020 y 2021 (años de COVID-19) es ajustada por sesgo acorde a SAC-14-INF-D. Las líneas horizontales rojas marcan los niveles de referencia de *statu quo* (condiciones promedio en 2017-2019).



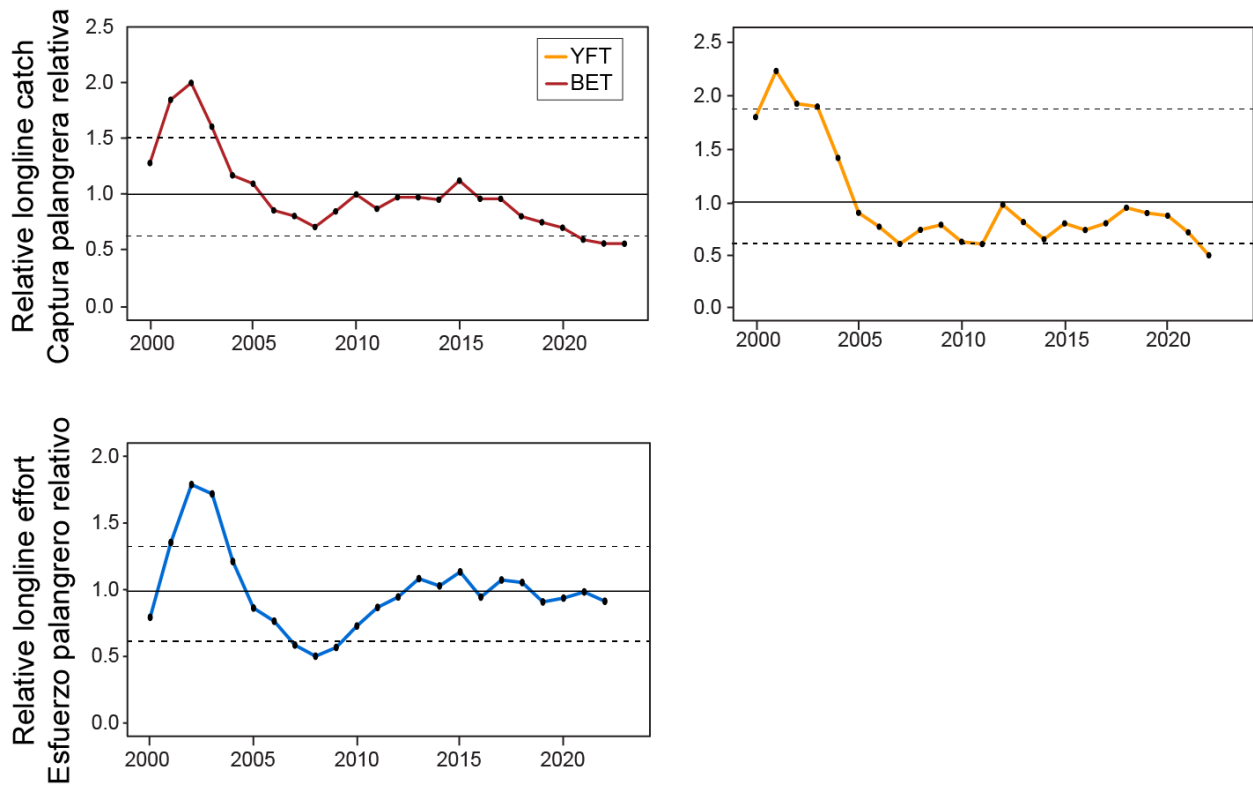
**FIGURE 4.** Indicators based on the average length of fish in the purse-seine catch, 2000-2023. The y-axis limits differ from the figures for the other indicators to accentuate the changes because average length is less sensitive to fishing mortality.

**FIGURA 4.** Indicadores basados en la talla promedio de los peces en la captura cerquera, 2000-2023. 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.



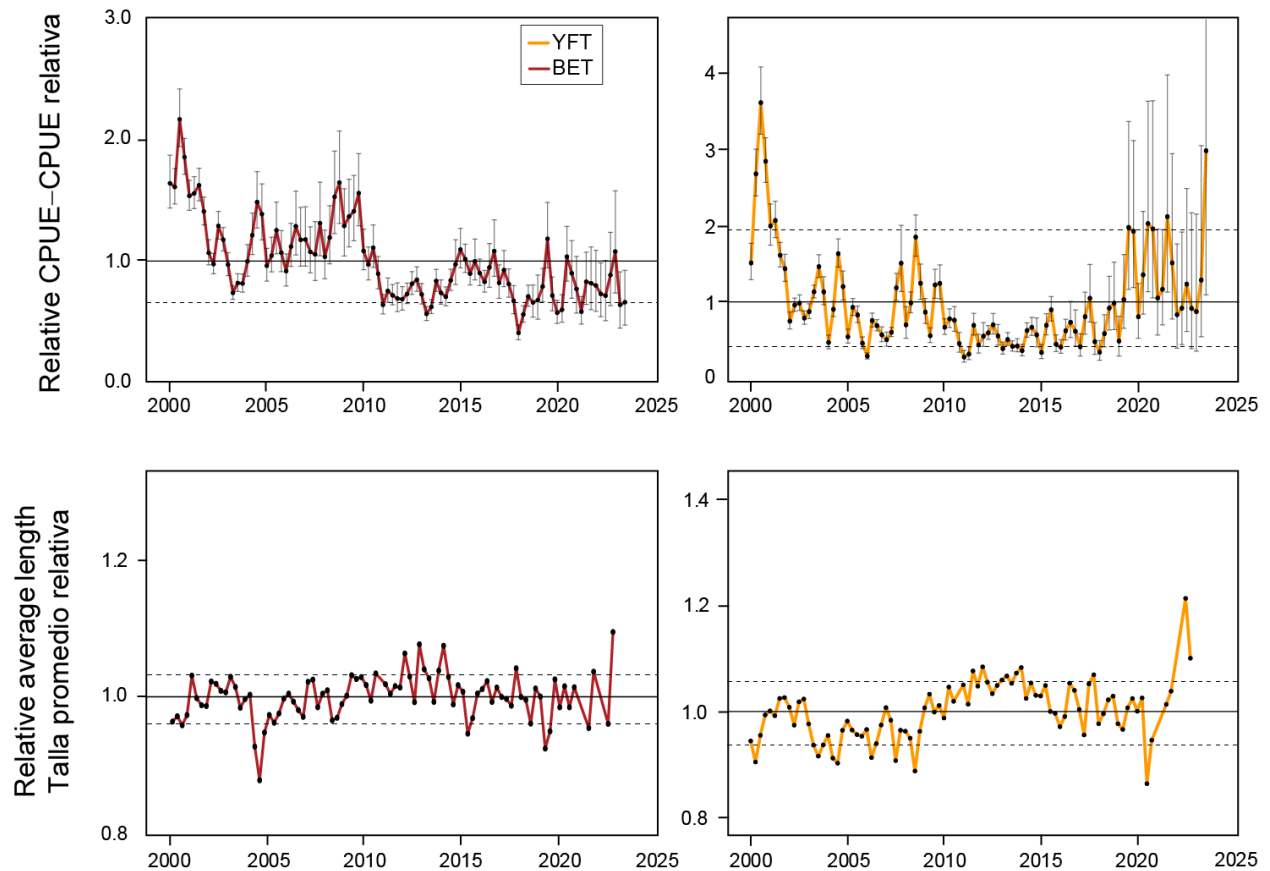
**FIGURE 5.** Quarterly indicators based on spatio-temporal modeling of catch-per-day-fished and length compositions for the purse-seine fishery on yellowfin associated with dolphins, 2000-2023. The error bars represent the 95% confidence intervals.

**FIGURA 5.** Indicadores trimestrales 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, 2000-2023. Las barras de error representan los intervalos de confianza del 95%.



**FIGURE 6.** Indicators based on longline catch and effort data for all fleets combined, 2000-2023 (catch data for 2023 only included that for bigeye tuna from monthly reports).

**FIGURA 6.** Indicadores basados en datos de captura y esfuerzo de palangre para todas las flotas combinadas, 2000-2023 (los datos de captura para 2023 solo se incluyen para atún patudo, obtenidos de los informes mensuales).



**FIGURE 7.** Quarterly indicators based on spatio-temporal modeling of Japanese longline CPUE data (top row) and Japanese and Korean combined longline length composition data (bottom row), 2000-2023. The error bars represent the 95% confidence intervals. 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 trimestrales basados en el modelado espaciotemporal de datos de CPUE de palangre de Japón (fila superior) y de los datos combinados de composición por talla de palangre de Japón y Corea (fila inferior), 2000-2023. Las barras de error representan los intervalos de confianza del 95%. 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.