

# COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

## COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

### SÉPTIMA REUNIÓN

La Jolla, California (EE.UU.)

09 -13 de mayo de 2016

## DOCUMENTO SAC-07-07f(ii)

# EVALUACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DE LA CAPTURA POR LANCE EN LA PESQUERÍA CERQUERA SOBRE OBJETOS FLOTANTES EN EL OCEANO PACÍFICO ORIENTAL

Mark N. Maunder y Alexandre Aires-da-Silva

## ÍNDICE

Resumen .....	1
1. Introducción.....	1
2. Hipótesis .....	2
2.1. H1: Disminución de la abundancia .....	2
2.2. H2: Disminución del número de atunes por plantado .....	3
2.3. H3: Cambio de objetivo de la pesca .....	4
3. Discusión.....	4
Reconocimientos .....	5
Referencias .....	5

## RESUMEN

Existe preocupación acerca del esfuerzo creciente en la pesquería cerquera sobre objetos flotantes en el Océano Pacífico oriental (OPO) y su correlación con la captura por lance (CPL) reducida de todas las tres especies más importantes de atunes tropicales, particularmente el atún patudo. Existen muchas hipótesis posibles que podrían explicar la correlación entre el aumento del esfuerzo y la reducción de la CPL, pero nos enfocamos en tres que consideramos las más probables: (H1) disminución de la abundancia, (H2) disminución del número de atunes por plantado, y (H3) cambios de objetivo de la pesca. Con los datos actualmente disponibles, es difícil determinar la causa de la disminución de la CPL de patudo en la pesquería cerquera sobre objetos flotantes en el OPO. No parecen existir pruebas que apoyen cualquiera de las tres hipótesis más que las otras. Sin embargo, es poco probable que la reducción de la CPL se deba a cambios en la distribución espacial de la flota, un incremento de la profundidad de la malla en los plantados, o un aumento de la profundidad de las redes de cerco. La evaluación de la población no estima el impacto sobre las poblaciones de patudo del aumento del número de lances sobre plantados. Son necesarias investigaciones y recolección de datos. Mandato más importante es una medida de la densidad local de los plantados en un momento dado. Se debería también investigar por qué el número de lances está aumentando más rápidamente que la capacidad de la flota. Los lances adicionales podrían tener tasas menores de captura de patudo.

## 1. INTRODUCCIÓN

Existe preocupación acerca del esfuerzo creciente en la pesquería cerquera sobre objetos flotantes,

particularmente en dispositivos para agregar peces (plantados), en el Océano Pacífico oriental (OPO) (Figuras 1-3) y su correlación con la disminución de la captura por lance (CPL) de todas las tres especies principales de atunes tropicales (patudo, aleta amarilla, y barrilete), particularmente el patudo (Figura 4). Se supone a menudo que el esfuerzo es proporcional a la mortalidad por pesca, y se usan las tasas de captura como índices de abundancia en los modelos de evaluación de poblaciones; por lo tanto parecería lógico que una mayor mortalidad por pesca causada por un aumento de esfuerzo reduciría la abundancia, medida por la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Sin embargo, para hacer esta inferencia, las relaciones entre la mortalidad por pesca y el esfuerzo y entre la abundancia y la CPUE necesitan ser validadas. Además, necesitan también ser evaluadas hipótesis alternativas creíbles. Aquí evaluamos estas relaciones y las hipótesis alternativas, con énfasis principalmente en el atún patudo.

## **2. HIPÓTESIS**

Existen muchas hipótesis posibles que podrían explicar la correlación entre el aumento del esfuerzo y la disminución de la CPL, pero nos enfocamos en tres que consideramos las más probables.

H1: Disminución de la abundancia

H2: Disminución del número de atunes por plantado a medida que aumenta el número de plantados, porque los atunes se dispersan entre los plantados

H3: Cambio de objetivo de la pesca (por ejemplo, un cambio a barrilete, evitando el patudo)

### **2.1. H1: Disminución de la abundancia**

Se infiere una disminución de la abundancia de las poblaciones de atunes a partir de la captura por lance (Figura 4). Los datos de CPUE son una medida estándar de abundancia relativa usada en los modelos de evaluación de poblaciones de peces; sin embargo, el uso de CPUE como índice de abundancia es notoriamente problemático (Maunder *et al.* 2006). Se usa una variedad de métodos sofisticados, a menudo denominados estandarización, en un intento de hacer la CPUE proporcional a la abundancia (Maunder y Punt 2004). Estos métodos toman en cuenta varios factores, entre ellos la distribución espacial y temporal del esfuerzo y las distintas características de los buques en la flota pesquera. En general, se desarrolla la CPUE con base en una medida de tiempo de búsqueda, ya que es la cantidad de esfuerzo necesario para encontrar pescado que debería estar relacionada con la abundancia. Se considera la captura por lance cerquero una medida pobre del esfuerzo, porque típicamente se realizan lances sobre cardúmenes de atunes que ya fueron identificados, y por lo tanto no se toma en cuenta el esfuerzo necesario para encontrar el cardumen. La captura por día de pesca (CPDP) es considerada una medida más fiable del tiempo de búsqueda, pero, ya que los lances son sobre plantados, que se localizan con balizas electrónicas, y se realiza a menudo un solo lance en la mañana (Hall y Román 2016), cuando los peces se encuentran concentrados alrededor del plantado, tras controlar varios plantados y seleccionar aquel con la mayor cantidad de pescado, la CPDP no es una buena medida del tiempo de búsqueda para la pesquería cerquera atunera asociada a plantados. Una alta proporción de plantados también transmite remotamente información sobre la cantidad de pescado a su alrededor, lo cual reduce de aún más la capacidad de obtener una buena medida de tiempo de búsqueda. Posiblemente, si el tamaño del cardumen cambia en proporción a la abundancia, y un cardumen en un plantado (o el número de peces en un plantado cambia en proporción a la abundancia), entonces la captura por lance podría reflejar la abundancia relativa. Sin embargo, es probable que tanto en número de cardúmenes como el tamaño de los mismos cambie con la abundancia, pero se dispone de poca información sobre esta relación en el caso de los atunes asociados a plantados. Por lo tanto, es poco probable que la captura por lance sea proporcional a la abundancia, aunque podría existir una relación no lineal en la cual la captura por lance disminuye con la abundancia.

El segundo componente de la hipótesis de disminución de la abundancia es que las capturas de la pesquería sobre objetos flotantes están causando la disminución de la abundancia. En vista de que la mayoría del patudo y barrilete es capturada en la pesquería sobre objetos flotantes, es concebible que el aumento del esfuerzo (número de lances) en esta pesquería haya causado una reducción de la abundancia. Ya captura de aleta amarilla en la pesquería sobre objetos flotantes es solamente un componente menor de la captura total de aleta amarilla, y es por lo tanto poco probable que la pesquería esté causando una reducción de la abundancia de esta especie. Sin embargo, podría ocurrir una merma local del aleta amarilla de los tamaños capturados en la pesquería sobre objetos flotantes en las áreas de pesca más intensa sobre objetos flotantes.

El número total de lances viene aumentando constantemente desde al menos 2000 (Figura 1), y el número de plantados sembrados también viene aumentando (Figura 2; ver [Hall y Román 2016](#) para una descripción confusa de la pesquería sobre plantados). El número de buques pescando ha permanecido bastante constante, y el volumen de bodega ha aumentado ligeramente. Sin embargo, esto es aplicable a la pesquería cerquera entera, no solamente a buques que apuntan principalmente a objetos flotantes. Obviamente, cambiar el tipo de lance cerquero a aquel sobre objetos flotantes incrementaría el esfuerzo sobre objetos flotantes. Ocurrió una disminución grande del número de lances cerqueros sobre cardúmenes no asociados entre 2000 y 2010, pero desde 2010 no se observa ninguna tendencia descendente en los lances cerqueros sobre atunes no asociados o delfines que podría explicar el incremento continuo de los lances sobre objetos flotantes. La captura por lance de patudo y aleta amarilla viene disminuyendo más de una década, con una disminución mayor para el patudo. La captura por lance de barrilete sido bastante estable desde 2007.

Para probar la hipótesis de abundancia decreciente, comparamos el índice de abundancia basado en captura por lance con las estimaciones de abundancia relativa de la evaluación de la población. Para consistencia, incluimos sólo edades que son capturadas en las pesquerías sobre objetos flotantes.

La captura por lance de patudo en la pesquería sobre objetos flotantes corresponde bien con la CPDP de esa pesquería (Figura 6). Esto podría no ser sorprendente, ya que los buques generalmente realizan un lance por día, en la mañana cuando los peces están concentrados alrededor del plantado. La captura por lance es similar a la biomasa estimada de la evaluación de la población hasta aproximadamente 2012, cuando la captura por lance sigue disminuyendo mientras que la estimación de la biomasa de la evaluación de la población aumenta.

La captura por lance de aleta amarilla en la pesquería sobre objetos flotantes corresponde razonablemente bien con la CPDP en esta pesquería y la biomasa estimada por el modelo de evaluación de poblaciones (Figura 7). Dado que el aleta amarilla no es la especie objetivo en esta pesquería, sería de esperar que la captura por lance estuviese más relacionada con la abundancia, ya que la captura de aleta amarilla no es dirigida y es por lo tanto más aleatoria.

La captura por lance de barrilete en la pesquería sobre objetos flotantes corresponde bien con la CPDP en la misma pesquería (Figura 8). Sin embargo, la CPDP de la pesquería no asociada y la estimación del alba y biomasa del modelo sencillo de evaluación de poblaciones señalan una tendencia creciente de la abundancia (Figura 8).

## **2.2. H2: Disminución del número de atunes por plantado**

Otra posible explicación de la disminución de la captura por lance es que los atunes se están distribuyendo de forma uniforme entre los plantados (Hall y Roman 2016). Por lo tanto, aunque la abundancia de los atunes sigue constante, incrementar el número de plantados reduce la cantidad de atún en cada plantado, y por consiguiente la captura por lance. No existe ninguna medida directa del número total de plantados en el OPO en un momento en particular, solamente registros del número sembrado y recuperado, pero

no de aquellos perdidos (hundidos o salieron del OPO). Sin embargo, los aumentos del número de plantados sembrados (Figura 2) y el número de lances sobre plantados (Figura 1) indican que el número de plantados en el OPO viene aumentando. Hall y Román (2016) descubrieron una correlación decreciente entre la captura total de atún (aleta amarilla, patudo, y barrilete) por lance y el número de plantados sembrados.

### **2.3. H3: Cambio de objetivo de la pesca**

La hipótesis final se basa en cambios en la pesquería que resultan en que una especie particular (en este caso, el patudo) sea menos vulnerable a las artes de pesca, reduciendo así la captura de la especie. Un análisis de datos de la pesquería de cerco ([SAC-07-07e](#)) determinó que factores espaciales (latitud y longitud), el medio ambiente, /a profundidad de la malla típicamente sujeta debajo de los plantados para atraer peces, y la profundidad de la red de cerco todos afectan las capturas de patudo. Una exploración del número de lances por área señala que ha ocurrido un incremento total general de los lances (Figuras 9 y 10). No ha ocurrido ningún cambio espacial obvio en el número de lances excepto un incremento reciente en la zona costera del sur frente a Perú, pero la captura por lance de patudo en esas áreas es baja (Figuras 11 y 12). La profundidad de la malla debajo de los plantados sembrados por buques de clase de capacidad 6<sup>1</sup> aumentó en los años 1990, siguió estable hasta 2011, y luego comenzó a crecer de nuevo (Figura 13). Se esperaría que incrementar la profundidad de la malla aumentaría la captura por lance de patudo inicialmente, porque son más vulnerables, y posiblemente la reduciría a medida que se redujera la población. Sin embargo, la captura por lance de patudo continuó su disminución constante a pesar del aumento de la profundidad a la malla. Además, la profundidad de las redes de cerco usadas por buques de clase 6 aumento en los años 1990 y siguió constante posteriormente. Por lo tanto, es poco probable que la profundidad de la las redes haya afectado la captura por lance.

Cambios en la pesquería encaminadas a reducir la captura de patudo, debidas tal vez a preocupaciones de ordenación porque la reducción del patudo es el motivador principal de las vedas de la pesquería de cerco, reducirían la captura por lance de patudo. Sin embargo, no existen pruebas de que éste sea el caso. Cambios realizados para incrementar la captura de barrilete podrían también reducir la captura por lance de patudo, pero no existen pruebas de aumentos de la captura por lance de barrilete. Es poco probable que cambios en las características de la pesquería hayan reducido la captura por lance de patudo. El mayor número de lances (Figura 1), a pesar del número bastante constante de buques y capacidad (Figura 3), sugieren que se están realizando más lances por día, lo cual podría conducir a lances sobre objetos flotantes posteriormente en el día. Sin embargo, desde que el número de días de pesca ha aumentado (Figura 15), el número de lances por día no ha cambiado (Figura 16), ni tampoco la hora media del día de un lance (Figura 17, ver también Hall y Román 2016). Se señala también que no han ocurrido cambios en la proporción de lances sin captura (Hall y Román 2016). Es posible que hayan ocurrido algunos cambios en la pesquería no descritos aquí que aumentaron el número de lances sobre objetos flotantes (por ejemplo, realizar lances adicionales posteriormente en el día), que podrían también haber reducido la captura por lance de patudo, pero son necesarias investigaciones adicionales.

## **3. DISCUSIÓN**

Con los datos actualmente disponibles, es difícil determinar la causa de la reducción de la captura por lance de patudo en la pesquería cerquera sobre objetos flotantes en el OPO. No parecen existir pruebas que apoyen ninguna de las tres hipótesis más que las otras. No obstante, es poco probable que la reducción de la captura por lance se deba a cambios en la distribución espacial de la flota, aumentos de la profundidad de la malla en plantados, o una mayor profundidad de las redes de cerco.

---

<sup>1</sup> Buques cerqueros de capacidad de acarreo > 363 t

La evaluación de la población no estima el impacto del incremento del número de lances sobre plantados sobre las poblaciones de patudo. Tampoco toma en cuenta el mayor número de lances, pero sí incluye toda la captura registrada tomada en la pesquería sobre objetos flotantes. Las estimaciones de biomasa en la evaluación son consistentes con la reducción de la captura por lance, excepto desde 2012, pero no hubo cambio en la tendencia decreciente de la captura por lance en 2012. Persisten problemas con la evaluación de las poblaciones, por lo que existe la posibilidad que las estimaciones de la evaluación sean incorrectas y que la abundancia esté disminuyendo, tal como sugieren los datos de captura por lance. No obstante, la captura por lance no es considerada generalmente proporcional a la abundancia. Por lo tanto, se debería continuar el seguimiento del mayor número de lances sobre plantados y la reducción de la captura por lance, porque existe incertidumbre en las estimaciones de la evaluación de la población.

Son necesarias investigaciones y recolección de datos. El dato más importante es una medida del número de plantados que se siembran en una zona particular en un momento dado. Esto requerirá probablemente un sistema de identificación de plantados para que puedan ser contabilizados. El código de identificación sería registrado cada vez que se sembrara o recuperara un plantado, y un sistema de este tipo permitiría usar métodos de tipo marcado y recaptura para estimar el número de plantados no identificados sembrados. Podrían ser necesarios modelos de corrientes oceánicas para determinar la posición de los plantados después de la siembra, aunque acceso a información satelital sobre la posición de los plantados aumentaría enormemente la precisión de las posiciones de los plantados. Se debería también investigar los motivos por los cuales el número de lances está aumentando más rápidamente que la capacidad de la flota. Los lances adicionales podrían tener tasas de captura de patudo más bajas.

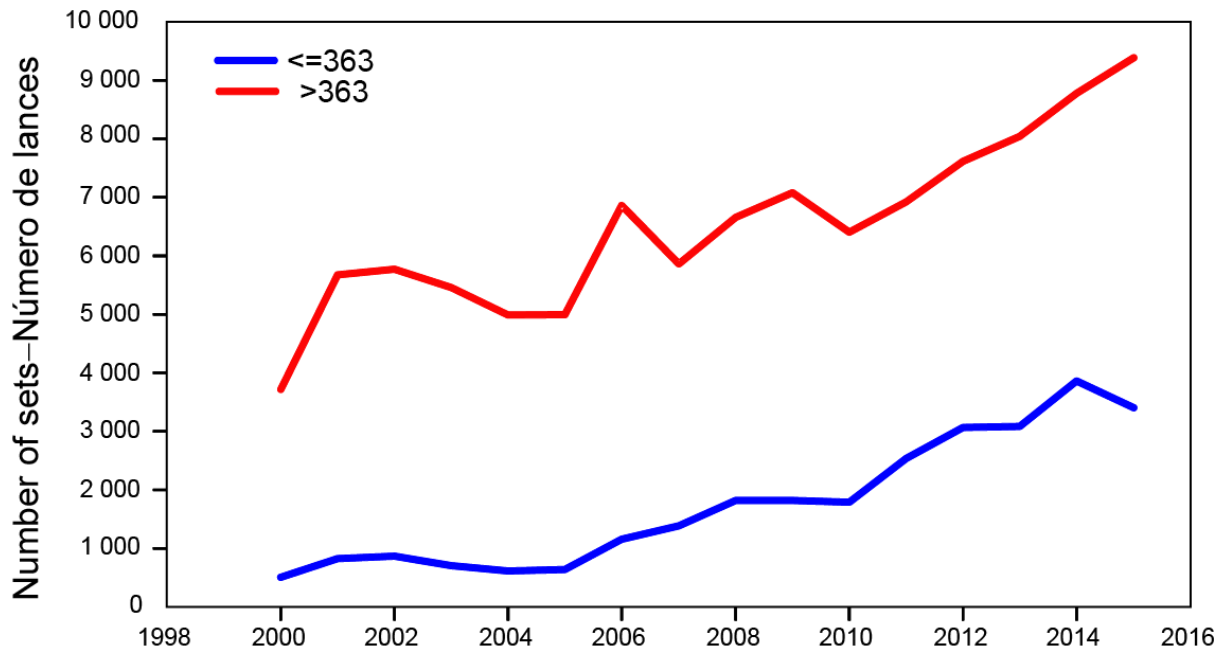
## **RECONOCIMIENTOS**

Marlon Román, Nick Vogel, y Cleridy Lennert-Cody proporcionaron datos y figuras.

## **REFERENCIAS**

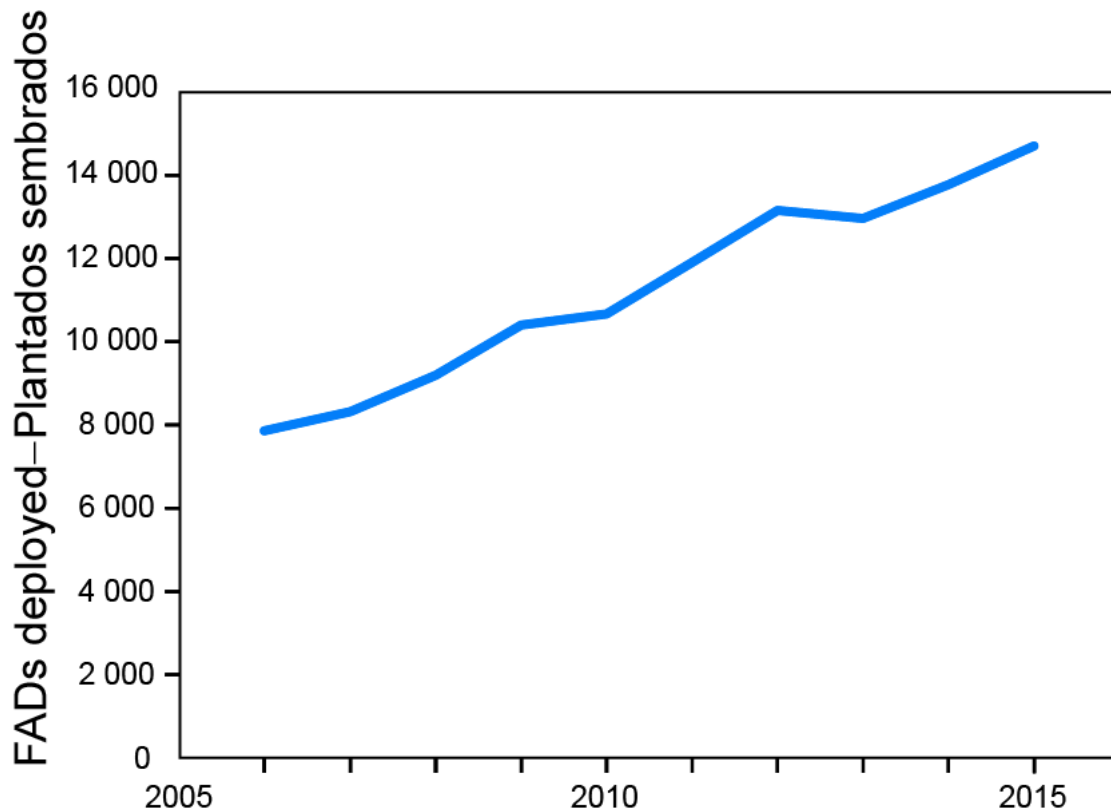
Maunder, M.N., Sibert, J.R. Fonteneau, A., Hampton, J., Kleiber, P., and Harley, S. (2006). Interpreting catch-per-unit-of-effort data to assess the status of individual stocks and communities. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1373-1385.

Maunder, M.N. and Punt, A.E. (2004) Standardizing Catch and Effort Data: A Review of Recent Approaches. *Fisheries Research* 70(2-3): 141-159.



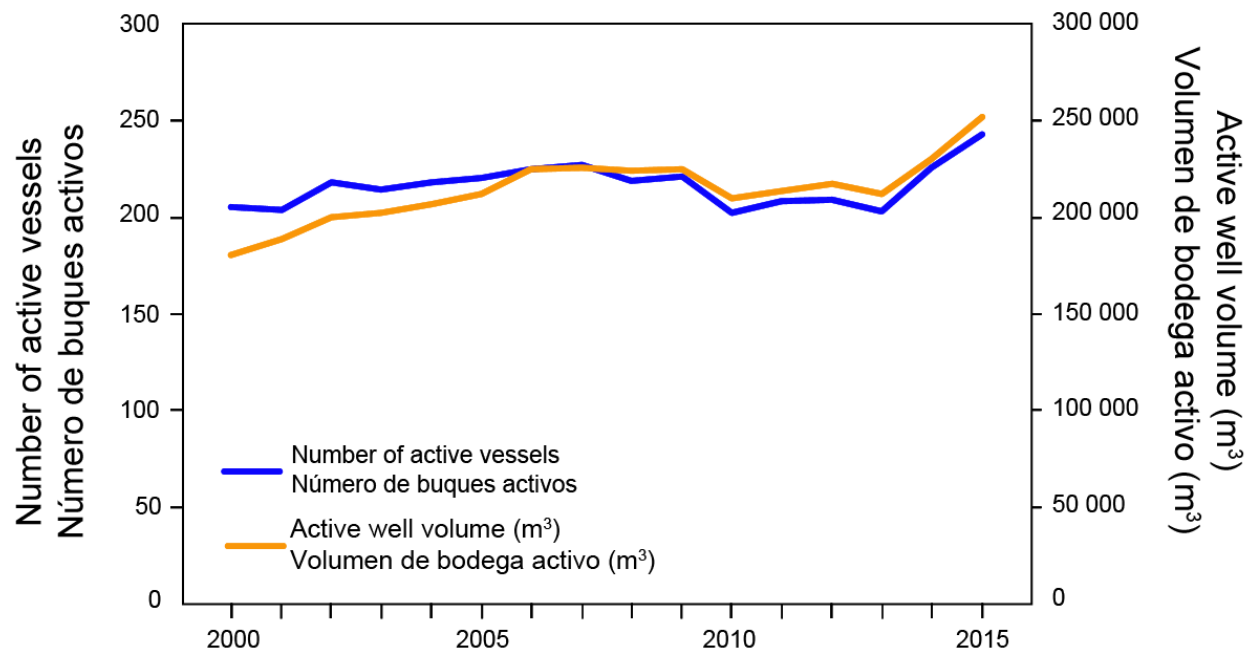
**FIGURE 1.** Number of purse-seine sets on floating objects by vessel size class (carrying capacity  $\leq 363$  t (Classes 1-5) and  $> 363$ t (Class 6), 2000-2015.

**FIGURA 1.** Número de lances cerqueros sobre objetos flotantes, por clase de capacidad del buque (capacidad de acarreo  $\leq 363$  t (clases 1-5) y  $> 363$ t (clase 6), 2000-2015.

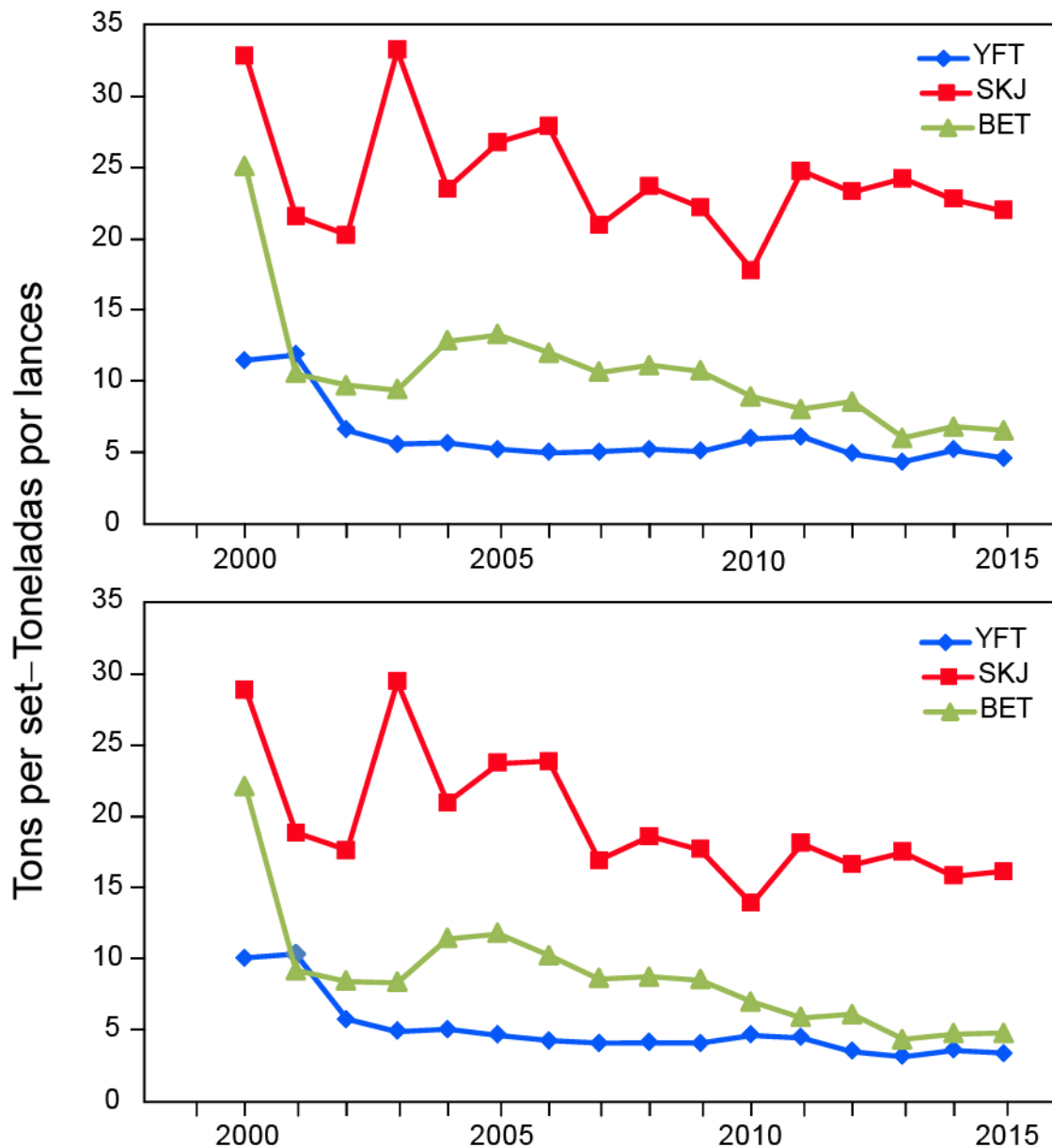


**FIGURE 2.** Number of FADs deployed, 2006-2015.

**FIGURA 2.** Número de plantados sembrados, 2006-2015.



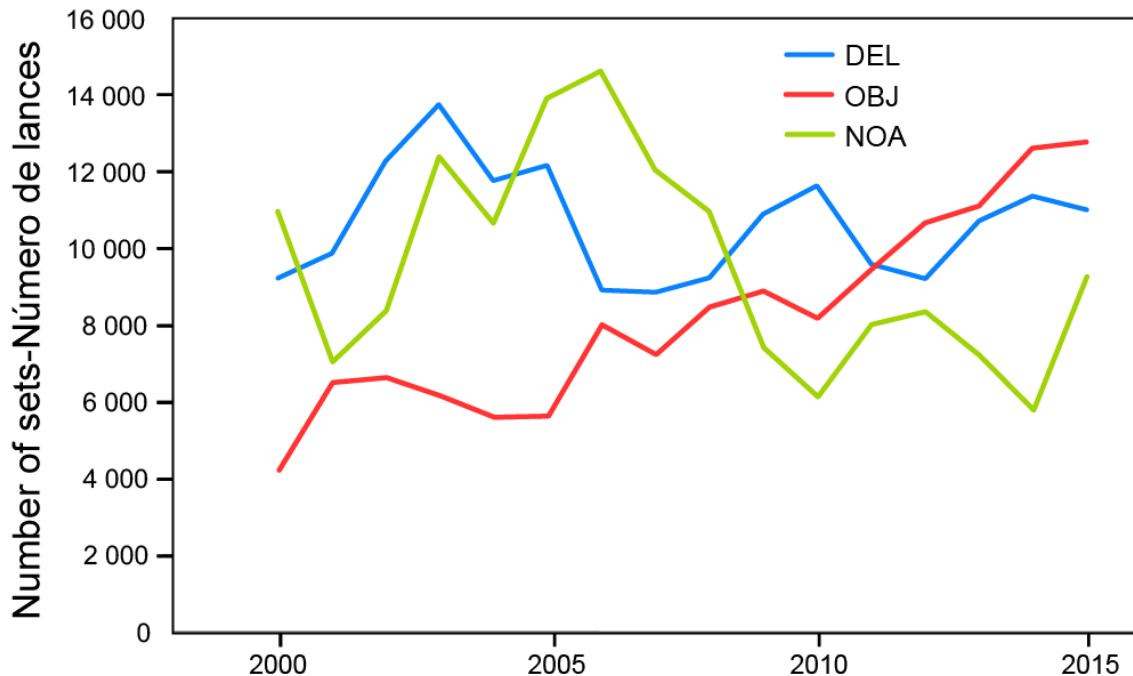
**FIGURE 3.** Number of active purse-seine vessels and active well volume (m<sup>3</sup>) fishing in the EPO.  
**FIGURA 3.** Número de buques cerqueros activos y volumen de bodega activo (m<sup>3</sup>) que pescan en el OPO.



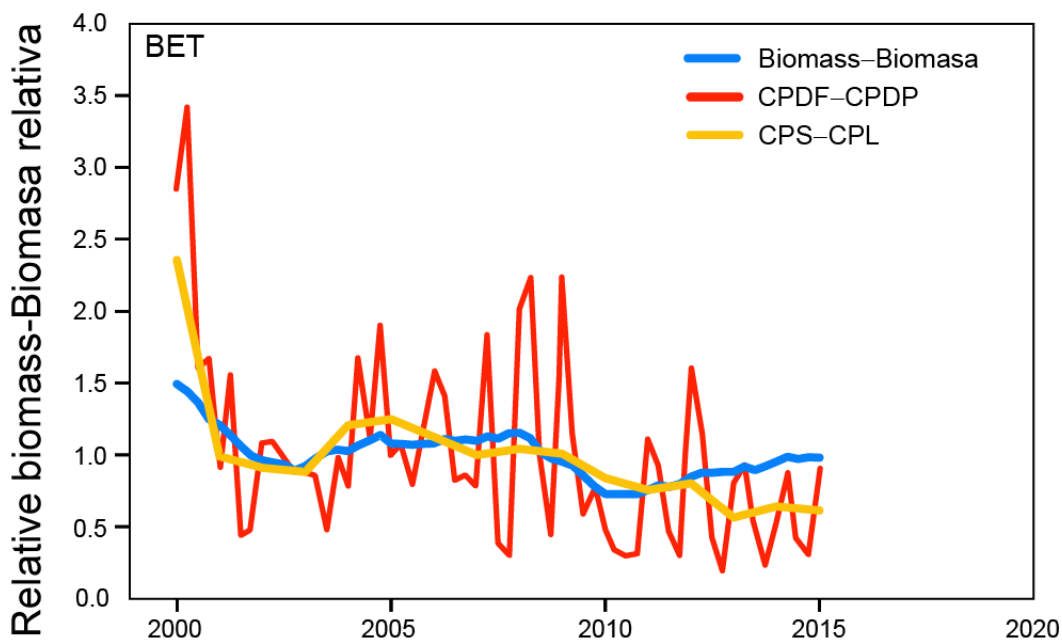
**FIGURE 4.** Catch per set, by species, using number of sets equal to those for Class-6 vessels (upper panel) and all vessels (lower panel), 2000-2015 YFT: yellowfin; SKJ: skipjack; BET: bigeye.

**FIGURA 4.** Captura por lance, por especie, usando un número de lances igual a aquel de los buques de clase 6 (recuadro superior) y de todos los buques (recuadro inferior), 2000-2015 YFT: aleta amarilla; SKJ: barrilete; BET: patudo.

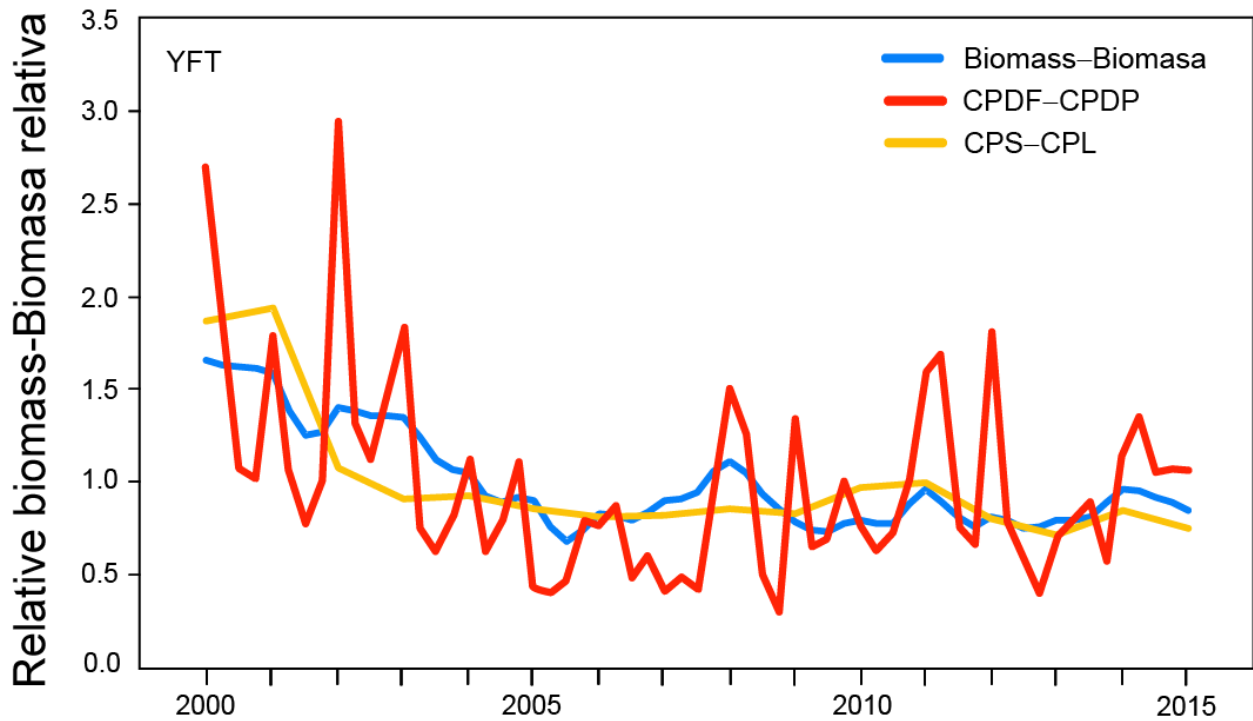




**FIGURE 5.** Number of sets, by set type, 2000-2015  
**FIGURA 5.** Número de lances, por tipo, 2000-2015.

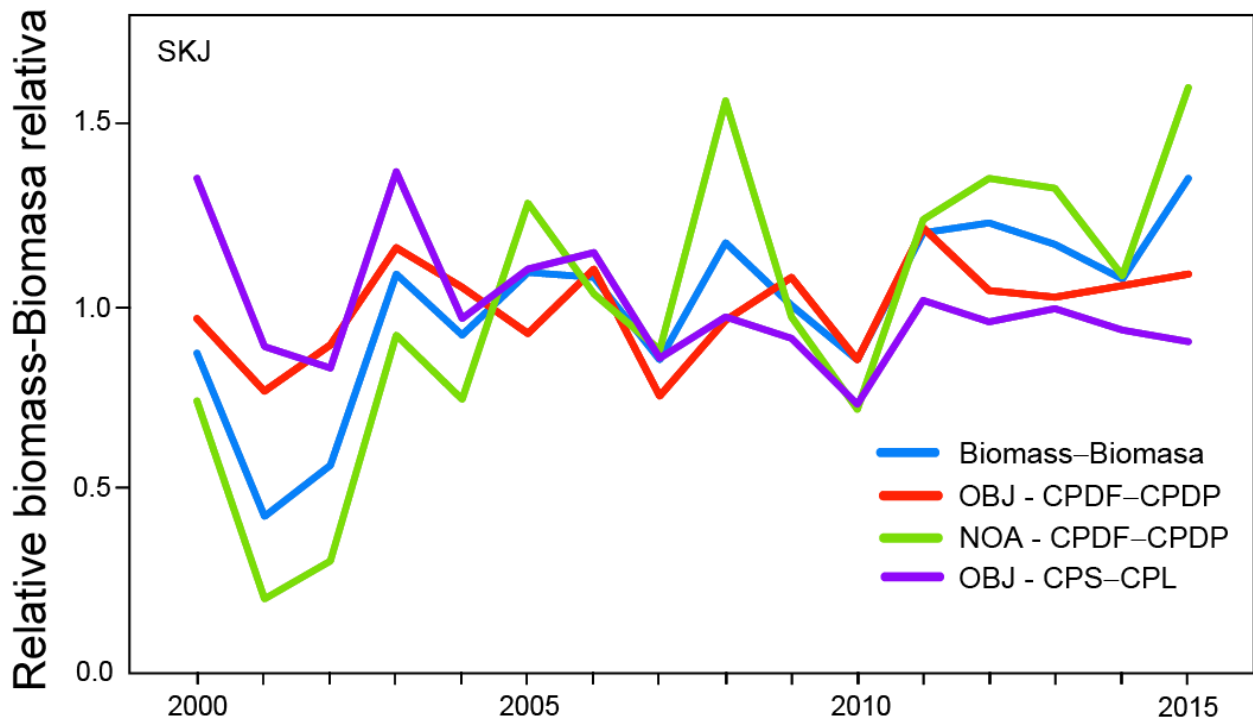


**FIGURE 6.** Comparison of catch per set (CPS) of bigeye on floating objects, by year, with catch per day's fishing (CPDF) in floating-object sets, by quarter, and the biomass estimated from the stock assessment model (Aires da Silva 2016; Document [SAC-07-05a](#)), by quarter, 2000-2015.  
**FIGURA 6.** Comparación de la captura por lance (CPL) de patudo sobre objetos flotantes, por año, con la captura por día de pesca (CPDP) en lances sobre objetos flotantes, por trimestre, y la biomasa estimada del modelo de evaluación de poblaciones (Aires da Silva 2016; Documento [SAC-07-05a](#)), por trimestre, 2000-2015.



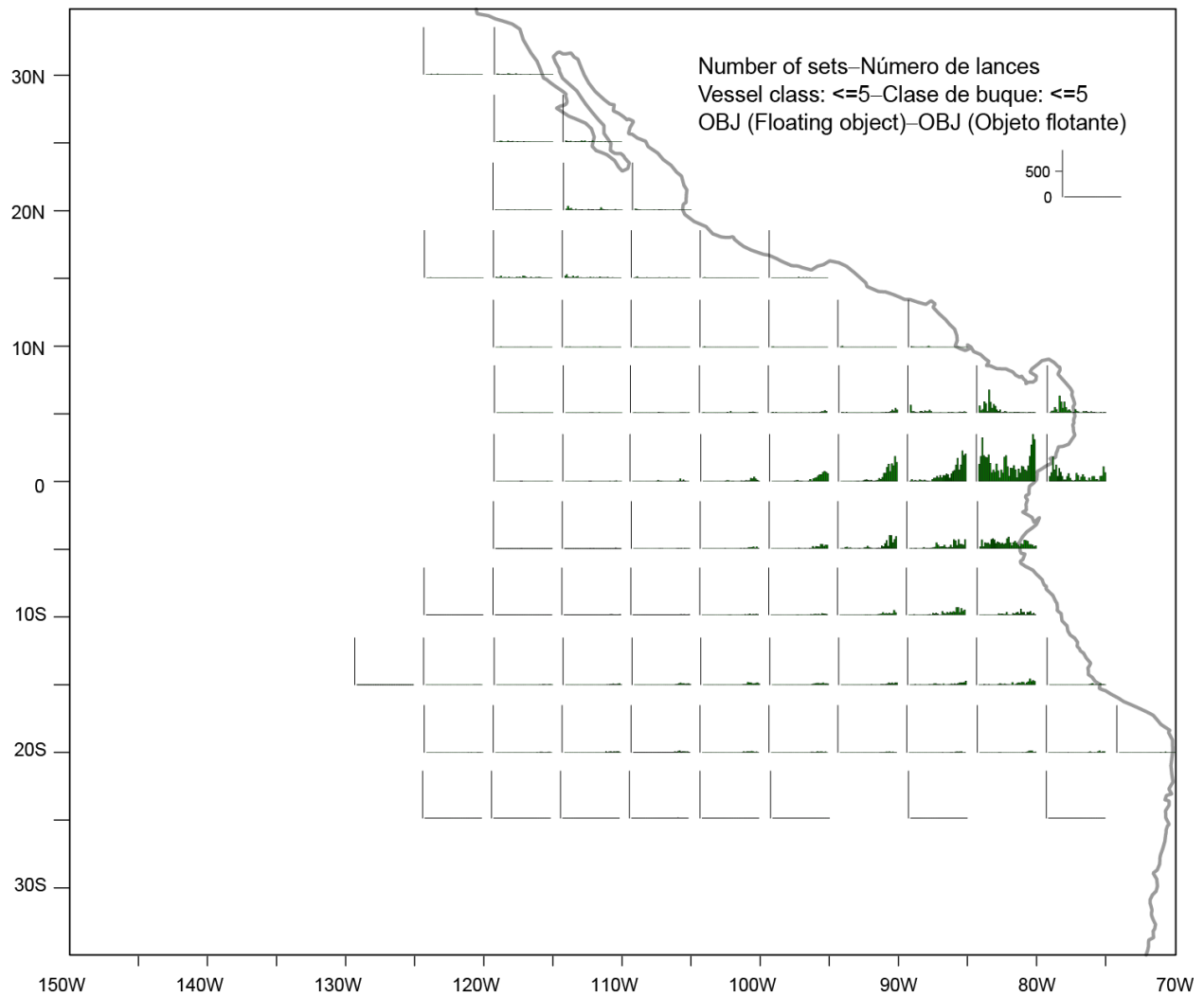
**FIGURE 7.** Comparison of catch per set (CPS) of yellowfin on floating objects, by year, with catch per day's fishing (CPDF) in floating-object sets, by quarter, and the biomass estimated from the stock assessment model (Minte-Vera 2016; Document [SAC-07-05b](#)), by quarter, 2000-2015.

**FIGURA 7.** Comparación de la captura por lance (CPL) de aleta amarilla sobre objetos flotantes, por año, con la captura por día de pesca (CPDP) en lances sobre objetos flotantes, por trimestre, y la biomasa estimada del modelo de evaluación de poblaciones (Minte-Vera 2016; Documento [SAC-07-05b](#)), por trimestre, 2000-2015.



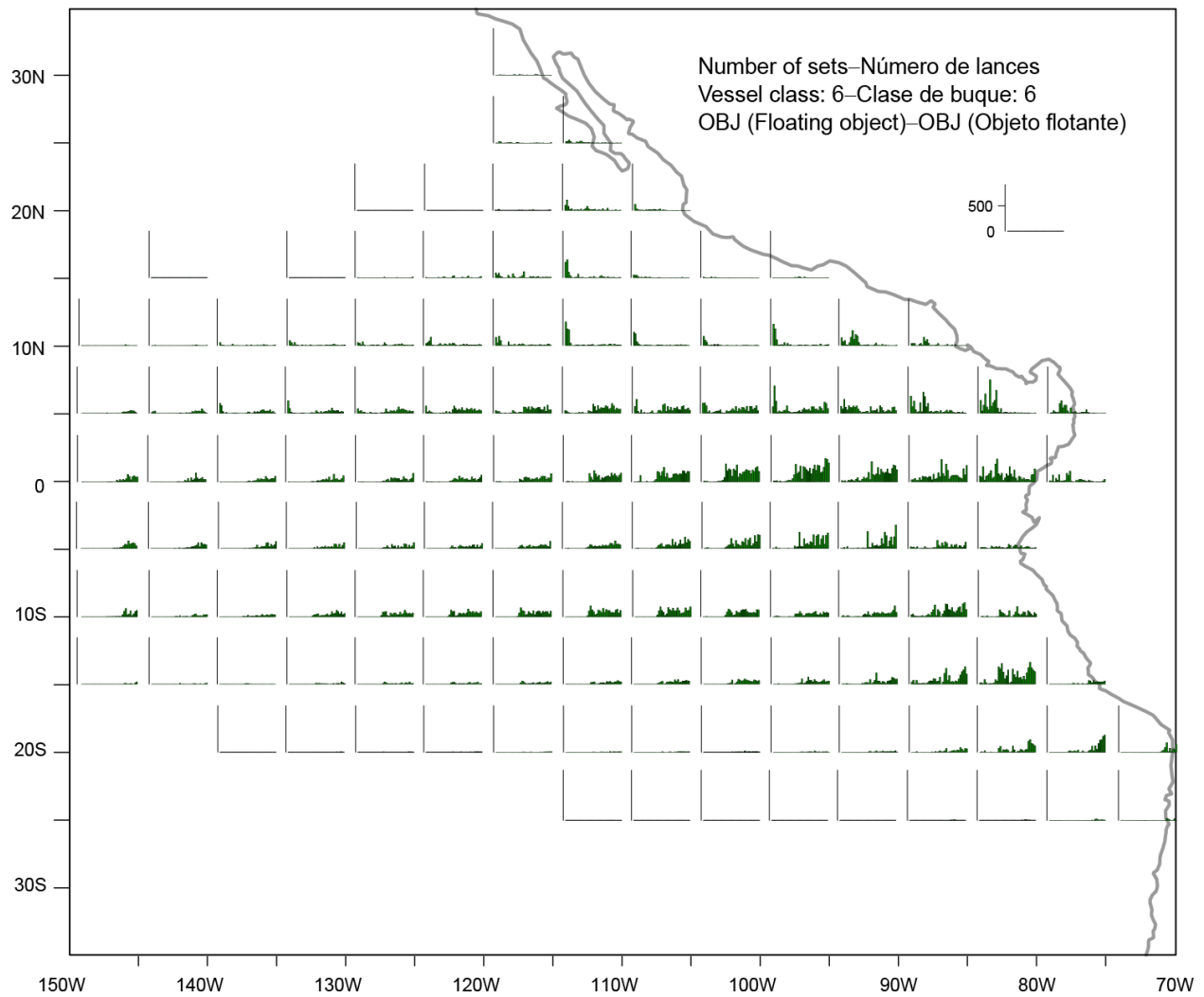
**FIGURE 8.** Comparison of catch per set (CPS) of skipjack on floating objects, by year, with catch per day's fishing (CPDF) in unassociated (NOA) and floating-object (OBJ) sets, and the biomass estimated from a simple stock assessment model, 2000-2015 (Maunder 2016; Document [SAC-07-05c](#)).

**FIGURA 8.** Comparación de la captura por lance (CPL) de barrilete sobre objetos flotantes, por año, con la captura por día de pesca (CPDP) en lances no asociados (NOA) y sobre objetos flotantes (OBJ), por trimestre, y la biomasa estimada del modelo de evaluación de poblaciones, 2000-2015 (Aires da Silva 2016; Documento [SAC-07-05a](#)), por trimestre.



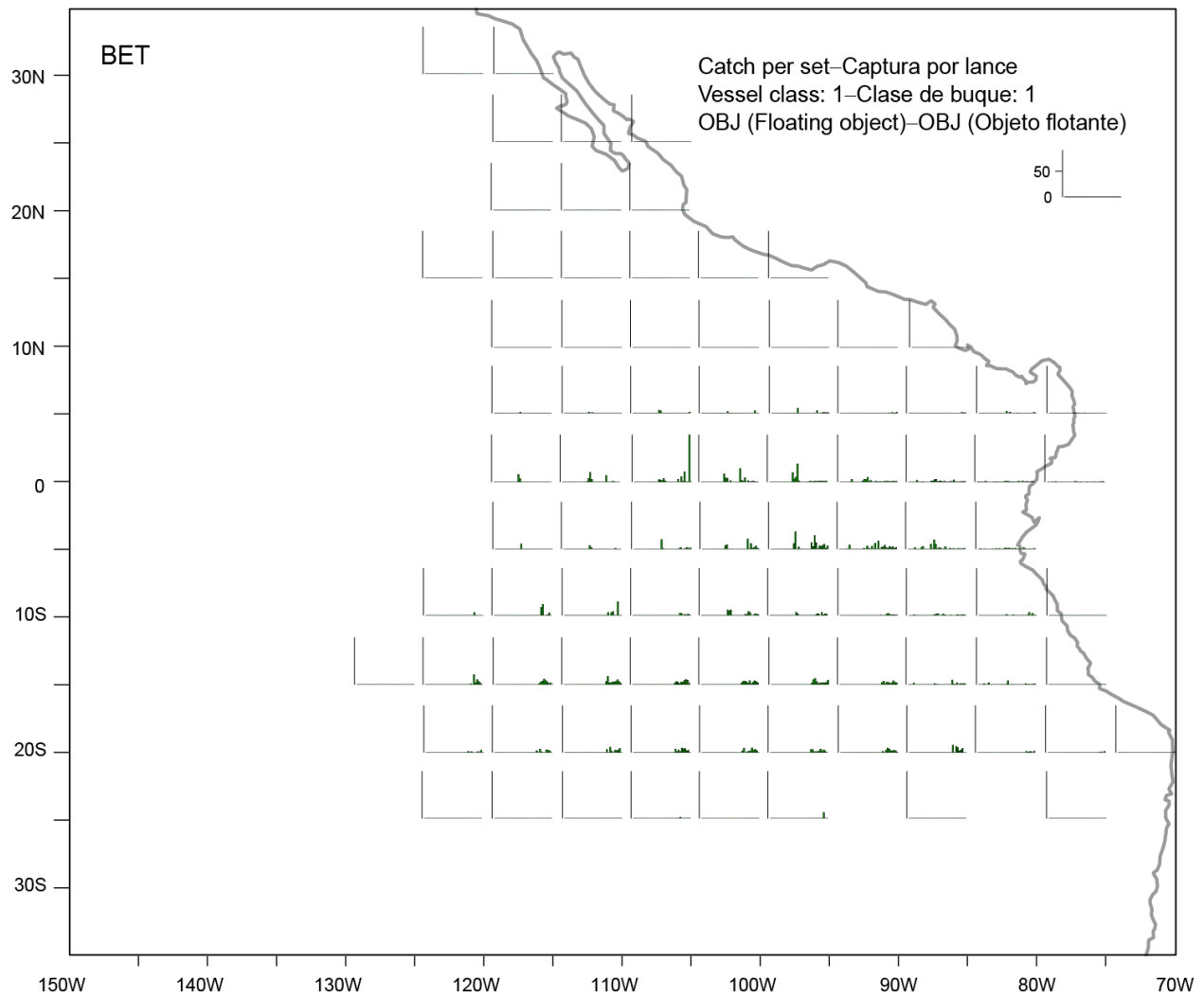
**FIGURE 9.** Number of floating-object sets by Class 1-5 purse-seine vessels (carrying capacity  $\leq 363$  t), by  $5^\circ$  area, 1980-2015.

**FIGURA 9.** Número de lances sobre objetos flotantes por buques cerqueros de clases 1-5 (capacidad de acarreo  $\leq 363$  t), por área de  $5^\circ$ , 1980-2015.



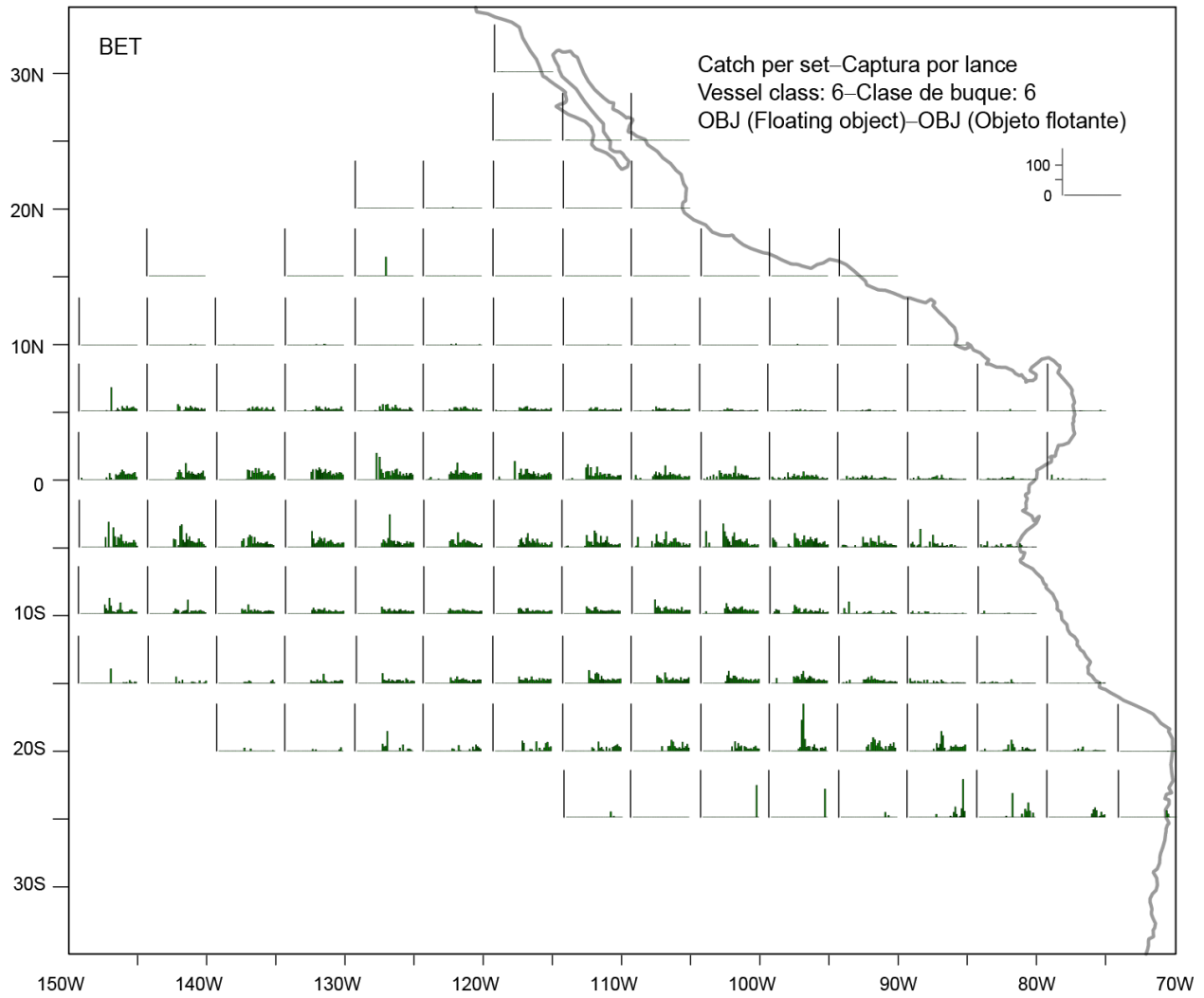
**FIGURE 10.** Number of floating-object sets by Class-6 purse-seine vessels (carrying capacity >363 t), by 5° area, 1980-2015.

**FIGURA 10.** Número de lances sobre objetos flotantes por buques cerqueros de clase 6 (capacidad de acarreo >363 t), por área de 5°, 1980-2015.



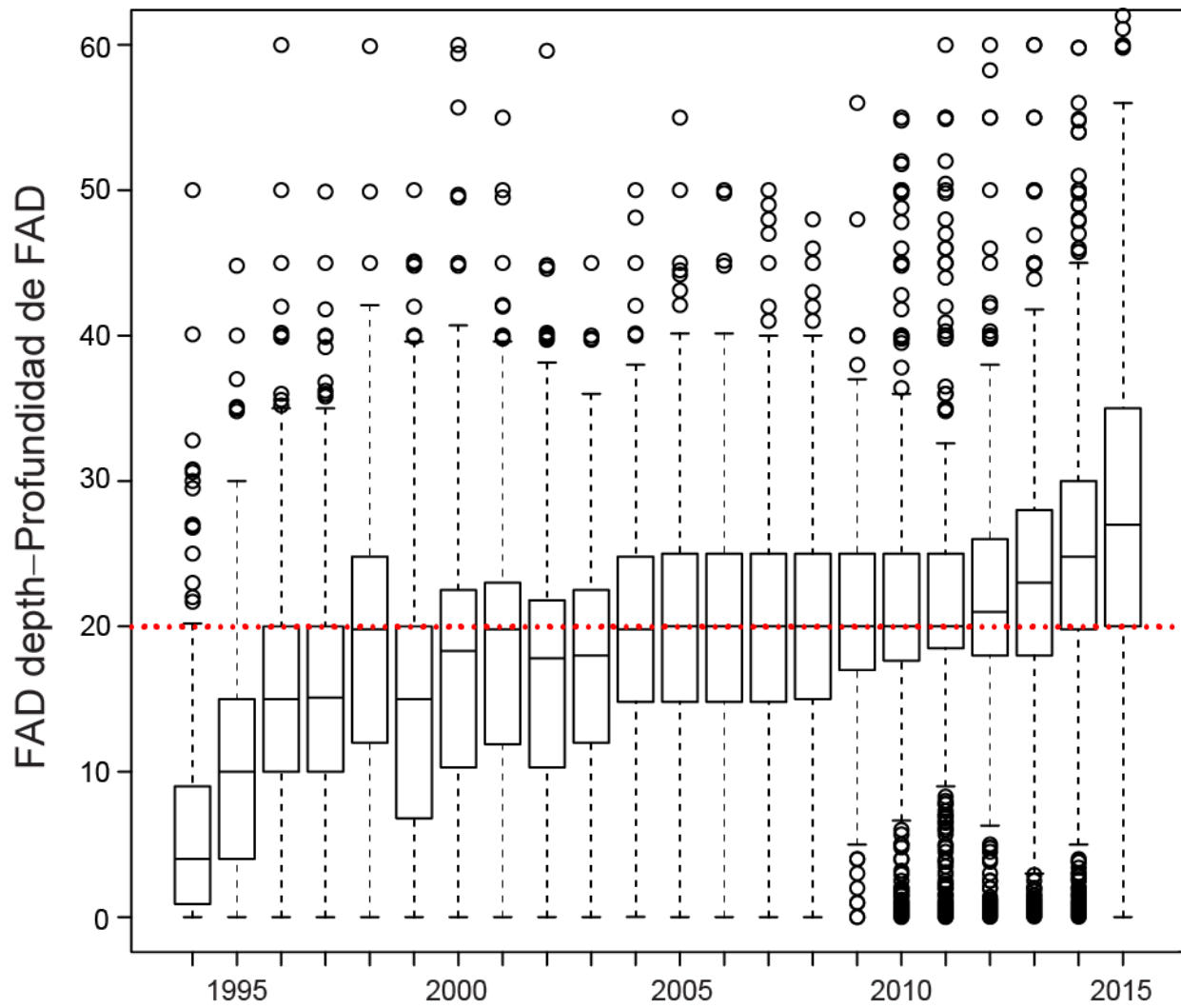
**FIGURE 11.** Catch per set of bigeye in floating-object sets by Class 1-5 purse-seine vessels (carrying capacity  $\leq 363$  t), by  $5^\circ$  area, 1980-2015.

**FIGURA 11.** Captura de patudo en lances sobre objetos flotantes por buques cerqueros de clases 1-5 (capacidad de acarreo  $\leq 363$  t), por área de  $5^\circ$ , 1980-2015.



**FIGURE 12.** Catch per set of bigeye in floating-object sets by Class-6 purse-seine vessels (carrying capacity >363 t), by 5° area, 1980-2015.

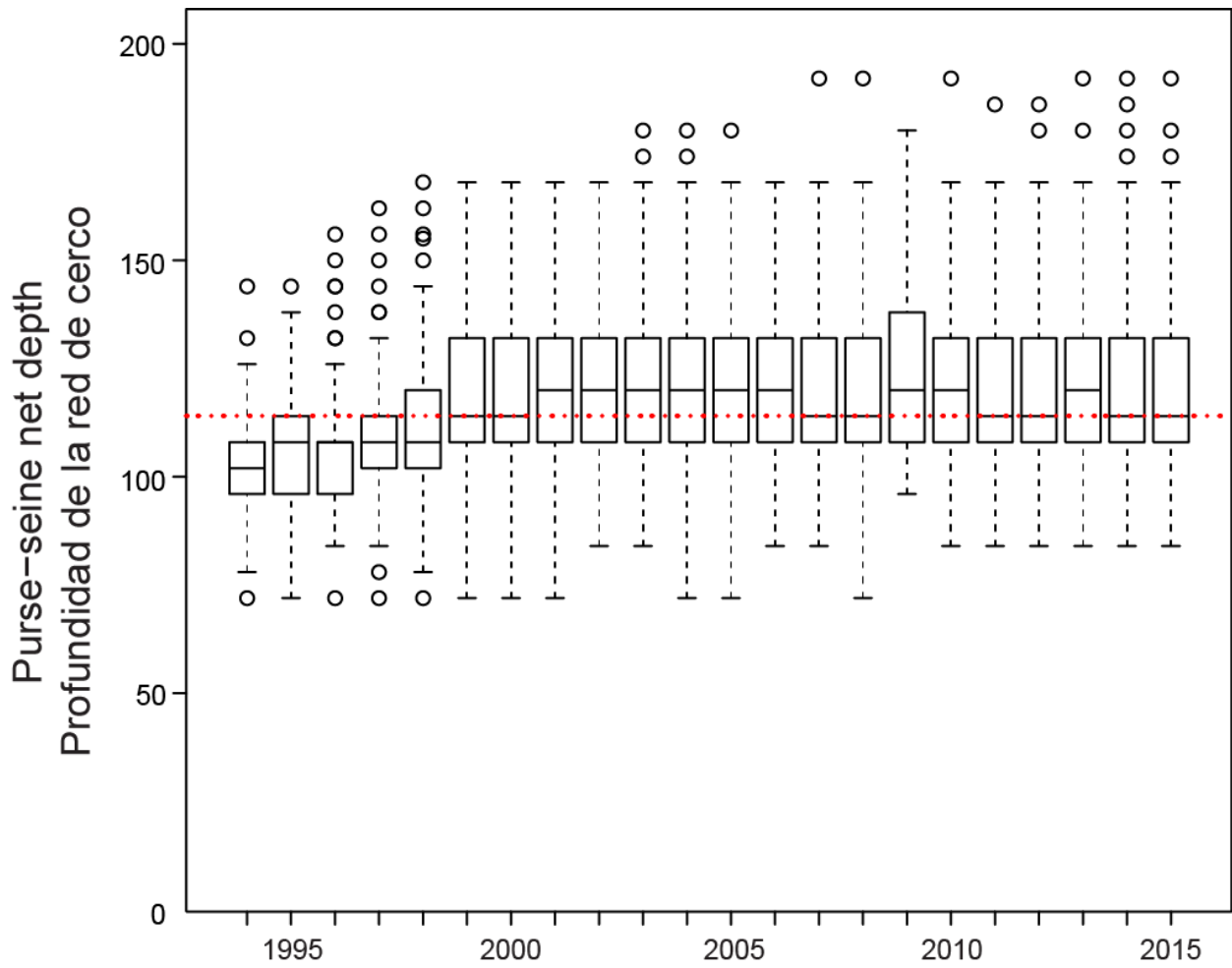
**FIGURA 11.** Captura de patudo en lances sobre objetos flotantes por buques cerqueros de clase 6 (capacidad de acarreo >363 t), por área de 5°, 1980-2015.



**FIGURE 13.** Depth of FADs deployed by Class-6 purse-seine vessels, 1994-2015.

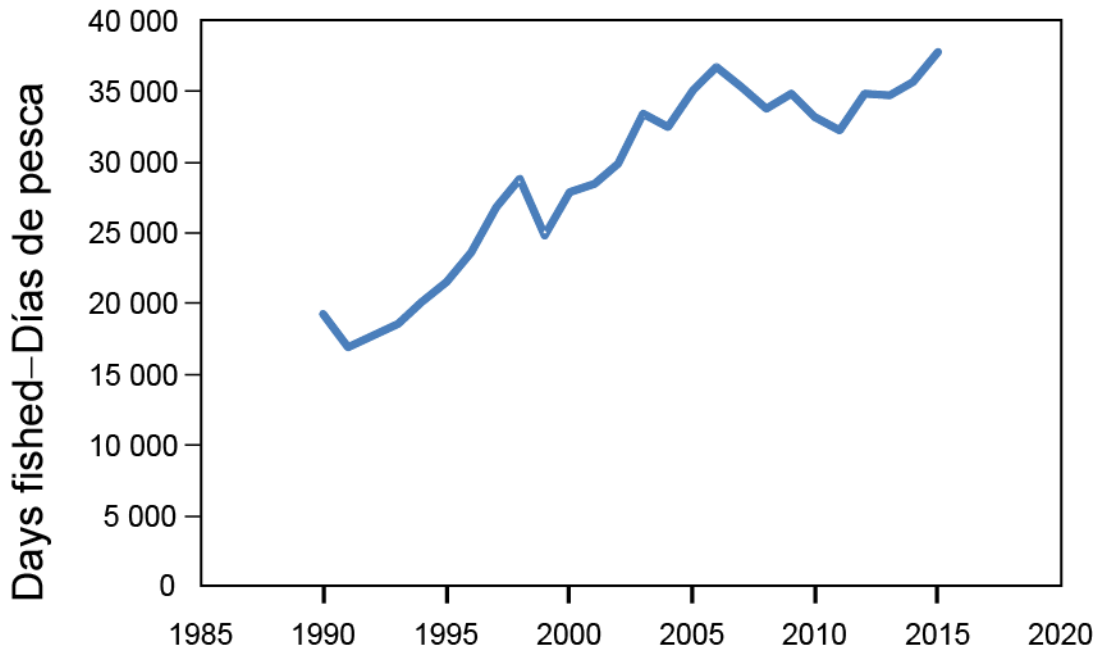
**FIGURA 13.** Profundidad de plantados sembrados por buques de clase 6, 1994-2015.





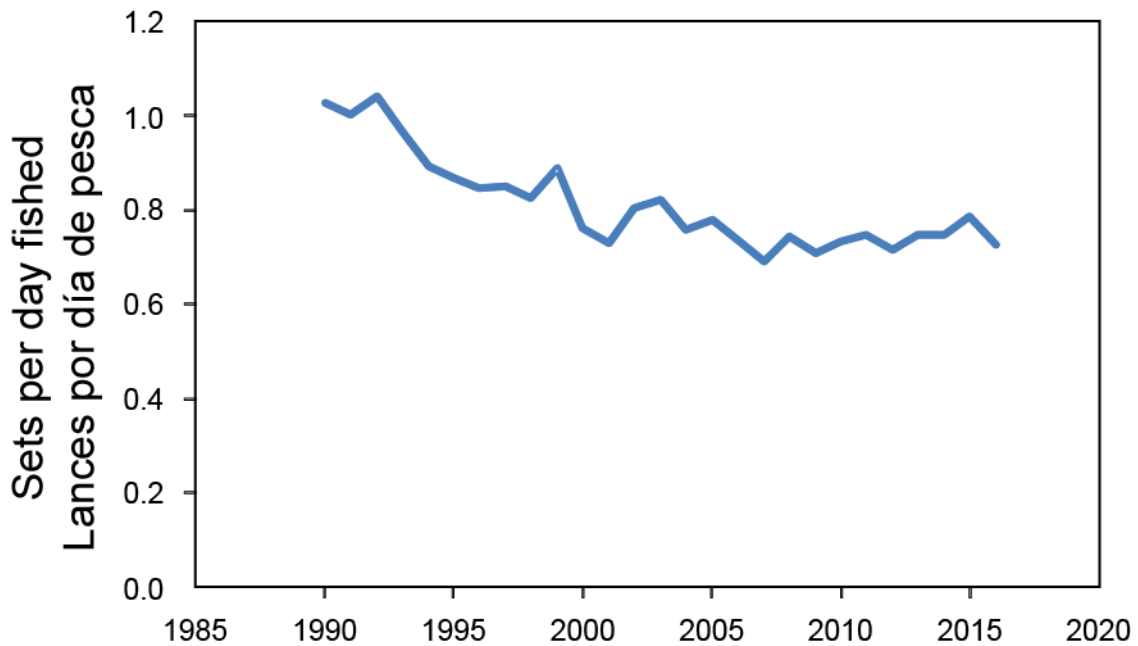
**FIGURE 14.** Depth of purse-seine net for Class-6 vessels, 1994-2015.

**FIGURA 14.** Profundidad de la red de cerco, buques de clase 6, 1994-2015.



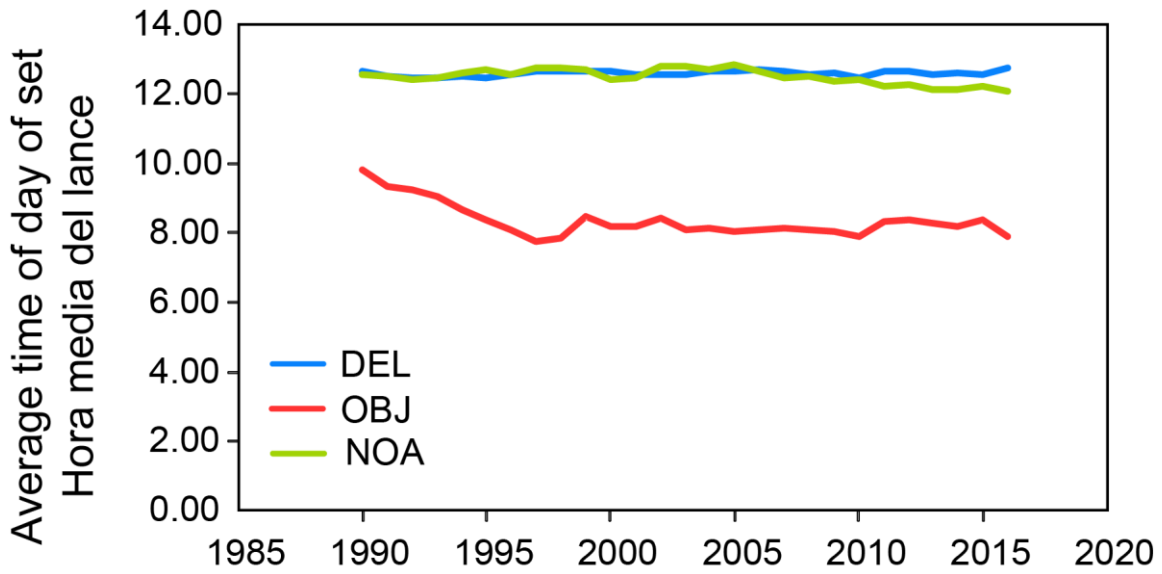
**FIGURE 15.** Number of days fished by purse-seine vessels in the EPO, 1990-2015.

**FIGURA 15.** Número de días de pesca por buques cerqueros en el OPO, 1990-2015.



**FIGURE 16.** Number of purse-seine sets per day fished in the EPO.

**FIGURA 16.** Número de lances por día de pesca en el OPO, 1990-2015.



**FIGURE 17.** Average time of day of set in the EPO, 1990-2015, by set type (NOA: unassociated; DEL: associated with dolphins; OBJ: associated with floating object).

**FIGURA 17.** Hora media de los lances en el OPO, 1990-2015, por tipo de lance (NOA: no asociado; DEL: asociado a delfines; OBJ: asociado a objeto flotante).