

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL
GRUPO DE TRABAJO AD-HOC PERMANENTE SOBRE PLANTADOS

QUINTA REUNIÓN

(por videoconferencia)
06-07 de mayo de 2021

DOCUMENTO FAD-05 INF-D

**LA RELACIÓN ENTRE LA MORTALIDAD POR PESCA Y EL NÚMERO DE LANCES
SOBRE OBJETOS FLOTANTES PARA EL ATÚN PATUDO EN EL OCÉANO PACÍFICO
ORIENTAL**

Haikun Xu, Jon López, Cleridy E. Lennert-Cody, Mark N. Maunder, Juan L. Valero, Carolina V. Minte-Vera
y Alexandre Aires-da-Silva

ÍNDICE

Resumen	1
1. Introducción.....	2
2. Datos y métodos.....	2
2.1. Mortalidad por pesca del atún patudo.....	2
2.2. Número de lances sobre objetos flotantes	2
2.3. Relación entre la mortalidad por pesca y el número de lances OBJ	3
3. ResultADOS	3
3.1. Relación entre la mortalidad por pesca y el número de lances OBJ en todo el OPO.....	3
3.2. Relación entre la mortalidad por pesca y el número de lances OBJ específico para cada área	3
3.3. Comparación de las dos pesquerías OBJ ecuatoriales por clase de buque.....	4
4. Conclusiones y discusión	4

RESUMEN

1. La relación en el OPO entero entre la mortalidad por pesca de patudo juvenil (de 2 años o menos) y el número de lances sobre objetos flotantes es positiva y estadísticamente significativa (valores $p < 0.05$)
2. Las relaciones por área entre la mortalidad por pesca del atún patudo y el número de lances sobre objetos flotantes también son estadísticamente significativas (valores $p < 0.05$). De las cinco relaciones por área para el patudo, una (para el área ecuatorial costera (Área 3)) es negativa y tres son estrictamente positivas, incluida la del área ecuatorial de alta mar (Área 2) donde se realiza el 75% de la captura actual de patudo.
3. Se presentan tres hipótesis para explicar la relación negativa para la pesquería OBJ ecuatorial costera, siendo la más plausible un mayor grado de reducción local en esta área (Área 3).
4. La relación positiva y estadísticamente significativa en el OPO entero entre la mortalidad por pesca del patudo juvenil (de 2 años o menos) y el número de lances sobre objetos flotantes indica que la mortalidad por pesca aumenta a medida que se incrementa el número de lances sobre objetos flotantes.

1. INTRODUCCIÓN

El personal realizó recientemente una nueva evaluación de referencia para el atún patudo (BET) en el Océano Pacífico oriental (OPO) ([SAC-11-06](#)). A diferencia del enfoque anterior de "mejor evaluación" que basa la ordenación en un modelo de caso base, el nuevo enfoque de "análisis de riesgos" considera una variedad de modelos para representar hipótesis alternativas. El análisis de riesgos ([SAC-11-08](#)), basado en los resultados de todos los modelos de referencia para el BET, sugirió que 1) la probabilidad de que los puntos de referencia objetivo (mortalidad por pesca (F) y biomasa reproductora correspondiente al rendimiento máximo sostenible) hayan sido alcanzados es de alrededor del 50%, 2) la probabilidad de que se hayan rebasado los puntos de referencia límite está por debajo del nivel de umbral del 10% especificado en la [Resolución C-16-02](#). Sin embargo, el personal recomienda una ordenación precautoria para mantener las condiciones de *statu quo*¹ de la mortalidad por pesca debido a la bimodalidad de los resultados de la evaluación para el BET ([SAC-11-08](#)). Si solo se considera el grupo pesimista de modelos de evaluación, la probabilidad de que se hayan rebasado los puntos de referencia límite alcanza o incluso supera ligeramente el nivel de umbral del 10%.

Es necesario comprender mejor la relación entre la F para el BET y el número de lances sobre objetos flotantes (OBJ) (N_{OBJ}) a fin de proporcionar recomendaciones de ordenación destinadas a mantener el *statu quo* de la F . La nueva evaluación de referencia sugiere que los BET juveniles (de 2 años o menos), capturados predominantemente por la pesquería OBJ, han estado experimentando un aumento de la mortalidad por pesca debido a la expansión de la pesquería OBJ en el OPO desde mediados de 1990 ([Figura 14 de SAC-11-06](#)). Al mismo tiempo, los indicadores de condición de población ([SAC-11-05](#)) muestran que el N_{OBJ} ha seguido aumentando en el OPO. Se supone que el aumento en el N_{OBJ} conduce a la mayor F para los BET juveniles. Este artículo investiga si existe una relación estadísticamente significativa entre la F para el BET y el N_{OBJ} en el OPO, además de presentar varias hipótesis, desde aspectos biológicos hasta pesqueros o ambientales, para explicar las diferentes relaciones observadas por área.

2. DATOS Y MÉTODOS

2.1. Mortalidad por pesca del atún patudo

A lo largo de este documento, la F para el BET se define como las estimaciones de F ponderadas de los cuarenta y cuatro modelos de referencia considerados en la última evaluación de referencia ([SAC-11-06](#)). Las ponderaciones utilizadas para calcular la F de los modelos combinados provienen de la implementación de la metodología de análisis de riesgos (ver [SAC-11 INF-F](#) para obtener detalles técnicos respecto a cómo se definen y calculan las ponderaciones del modelo para el BET). La F ponderada para el BET se calcula solo a partir del año 2000 porque un grupo de modelos de referencia para el BET cubre una ventana temporal más corta (2000-2019) que el resto (1979-2019).

2.2. Número de lances sobre objetos flotantes

Los datos de observadores en el mar y de bitácora de los buques cerqueros de clases 1-6 de la CIAT que pescan en el OPO se utilizan para calcular el N_{OBJ} total y por clase de buque para el OPO entero y por las áreas geográficas que se utilizan para definir las pesquerías OBJ en la evaluación del BET ([Figura 3](#)). El conjunto de datos cubre el período 1975-2019 e incluye la fecha (año, mes, día), la ubicación (1° de latitud y 1° de longitud) y la clase de buque asociada con cada lance OBJ en el conjunto de datos. Para igualar la F ponderada para el BET, también se calcula el N_{OBJ} para 2000-2019.

¹ Definido como la mortalidad por pesca promedio durante el período de tres años más reciente (2017-2019).

2.3. Relación entre la mortalidad por pesca y el número de lances OBJ

El paquete *R mgcv* (versión 1.8-24; Wood 2006) se utiliza para estimar la relación estadística entre la F y el N_{OBJ} . Específicamente, se utiliza un modelo aditivo generalizado (MAG), con error gaussiano, para modelar la F anual en función del N_{OBJ} anual, donde el N_{OBJ} se trata en el modelo como un término suavizado (regresión *thin plate spline* con una dimensión base de 3). Todos los análisis estadísticos de este documento se realizan en *R* (R Core Team 2020) versión 3.5.1. La relación entre la F y el N_{OBJ} se modela para todo el OPO por edad, así como para cada pesquería OBJ definida para el BET en el OPO.

3. RESULTADOS

3.1. Relación entre la mortalidad por pesca y el número de lances OBJ en el OPO entero

El N_{OBJ} anual en el OPO ha aumentado considerablemente en las últimas dos décadas, de menos de 5,000 lances en 2000 a más de 15,000 lances en 2019 (Figura 1). Las cinco pesquerías OBJ definidas para el BET en el OPO tienen diferentes curvas de selectividad, por lo que la F del OPO entero que toma en consideración las cinco pesquerías OBJ debe tener variaciones y tendencias por edad. Dado que las pesquerías OBJ en el OPO capturan principalmente BET juveniles de menos de 3 años, la F anual en el OPO entero se calcula para dos rangos de edad: 0-1 año y 1-2 años. Las dos series de tiempo muestran que la F para los BET de 0-1 año tiene una tendencia positiva entre 2000 y 2019, y que la F para los BET de 1-2 años aumentó levemente en 2000-2009 antes de alcanzar un nivel relativamente estable (Fig. 1). La comparación de la F con el N_{OBJ} muestra claramente que el N_{OBJ} aumentó a una tasa más acelerada que la F en las últimas dos décadas (Fig. 1).

Como se mencionó anteriormente, se crearon MAG separados para evaluar la relación en todo el OPO entre la F anual y el N_{OBJ} anual para los BET de 0-1 año y los de 1-2 años. Se estima que las dos relaciones del OPO entero entre la F y el N_{OBJ} anual son positivas y estadísticamente significativas (valores p para el término suavizado < 0.05) (Tabla 1; Fig. 2). De acuerdo con las diferentes tendencias mostradas en la serie de tiempo de la F anual, el aumento en el N_{OBJ} conduce a un mayor incremento proporcional en la F para los BET de 0-1 año que para los de 1-2 años (Figura 2).

3.2. Relación entre la mortalidad por pesca y el número de lances OBJ por área

Entre las cinco pesquerías OBJ definidas para el BET en el OPO, las dos que operan en la región ecuatorial (A2-OBJ y A3-OBJ para alta mar y costera, respectivamente) realizan la mayoría de las capturas de BET en el OPO (Figura 3). La captura total de BET de las cinco pesquerías OBJ combinadas permaneció baja de 1975 a 1993, aumentó considerablemente en 1994-2000 con la expansión de la pesquería OBJ y se mantuvo en un nivel alto después de eso. Antes de 2000, la pesquería OBJ ecuatorial costera (A3-OBJ) era la pesquería OBJ más importante para el BET en términos de cantidad de captura. A medida que las capturas anuales realizadas por las pesquerías OBJ ecuatoriales costeras (A3-OBJ) y de alta mar (A2-OBJ) disminuyeron y aumentaron, respectivamente, con el tiempo, la pesquería OBJ ecuatorial de alta mar (A2-OBJ) se convirtió en la pesquería OBJ dominante para el BET en la última década. En particular, la pesquería OBJ ecuatorial de alta mar (A2-OBJ) aportó más de la mitad de la captura total de BET de las pesquerías OBJ en la última década, y su contribución alcanzó cerca del 75% en 2019.

Las tendencias en la F y el N_{OBJ} por área están relacionadas positivamente para cuatro de las cinco pesquerías OBJ definidas para el BET en el OPO (Figura 4). Las cinco pesquerías OBJ del OPO mostraron un número creciente de lances OBJ a lo largo del tiempo en 2000-2019, y las tendencias crecientes son más pronunciadas en las áreas de alta mar (Áreas 2 y 4) que en las áreas costeras (Áreas 3, 5 y 6). Por consiguiente, los modelos de evaluación estiman que la F asociada con las dos pesquerías OBJ de alta mar tiene tendencias positivas pronunciadas. Se estima que la mortalidad por pesca asociada con las dos pesquerías OBJ costeras del sur (A5-OBJ y A6-OBJ) también aumentará, pero sus tendencias son menos claras

debido a grandes variaciones interanuales. A diferencia de las otras cuatro pesquerías OBJ, la pesquería OBJ ecuatorial costera (A3-OBJ) muestra una tendencia decreciente de la F a lo largo del tiempo, aunque el N_{OBJ} para esta pesquería siguió aumentando (Figura 4).

El ajuste de los MAG confirma que la relación entre la F y el N_{OBJ} es estrictamente positiva para tres áreas del OPO, incluida la más importante para el BET (área ecuatorial de alta mar; Área 2) (Figura 5). Además, el término suavizado para el N_{OBJ} para las Áreas 2, 4 y 5 (ver la Figura 3 para la definición de las áreas) es significativo (valores $p < 0.05$) (Tabla 1). Por el contrario, los MAG sugieren que la relación entre la F y el N_{OBJ} es negativa para el área ecuatorial costera (Área 3), y el porcentaje de la desviación explicado por el N_{OBJ} es el más bajo entre las cinco áreas. Se estima que la relación entre la F y el N_{OBJ} tiene forma de domo para el Área 6. Sin embargo, el patrón en valores mayores de N_{OBJ} es incierto, como lo indica el amplio intervalo de confianza asociado con la relación estimada (Figura 5).

3.3. Comparación de las dos pesquerías OBJ ecuatoriales por clase de buque

Independientemente del área de operación, los buques cerqueros de clase 6 son más eficientes que los buques cerqueros de clases 1-5 con respecto a la captura de BET. En el área ecuatorial de alta mar (Área 2), la captura de BET fue hecha predominantemente por buques cerqueros de clase 6 debido a que estos realizaron la mayoría de los lances OBJ (Figura 6, columna izquierda). La pronunciada tendencia positiva en el N_{OBJ} marcada por los buques cerqueros de clase 6 tuvo como resultado un aumento de la captura de BET y, por consiguiente, aumentó la F estimada para el BET.

En el área ecuatorial costera (Área 3), la relación es más dinámica y compleja. Antes de 2005, los buques cerqueros de clase 6 realizaban la mayoría de los lances OBJ, de modo que la captura de BET la realizaban principalmente los buques cerqueros de clase 6. Después de 2005, aunque los buques cerqueros de clase 1-5 seguían siendo ineficientes en la captura de BET, realizaron una proporción cada vez mayor de lances OBJ que alcanzó aproximadamente el 50% en los últimos años (Figura 6, columna derecha). Otra diferencia clave entre las pesquerías OBJ del Área 2 y del Área 3 está en la tendencia de la tasa de captura de BET. Desde 2005, la tasa de captura nominal (captura BET por lance) de los buques cerqueros de clase 6 se redujo notablemente con más rapidez en el Área 3 que en el Área 2 (Figura 6). Con respecto a los buques cerqueros de clase 6 del Área 3, la rápida caída en la tasa de captura de BET superó el aumento del esfuerzo de pesca (es decir, N_{OBJ}), lo que llevó a una disminución de la captura de BET desde 2005.

En resumen, al menos dos factores parecen ser responsables de la disminución de la captura de BET posterior a 2005 realizada por la pesquería OBJ ecuatorial costera (A3-OBJ), aunque el N_{OBJ} siguió aumentando en ese período:

1. Una proporción cada vez mayor de los lances OBJ en el Área 3 fue realizada por buques cerqueros de clases 1-5 con una eficiencia mucho menor en la captura de BET en comparación con los buques cerqueros de clase 6.
2. Si bien el número de lances OBJ realizados por buques cerqueros de clase 6 en el Área 3 siguió aumentando desde 2005, la tasa de captura de los buques cerqueros de clase 6 disminuyó a un ritmo más rápido durante ese tiempo.

4. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En este documento, utilizamos herramientas estadísticas (es decir, MAG) para evaluar el signo y la significancia de la relación entre la F para el BET y el N_{OBJ} para el OPO entero, así como dentro de cada área OBJ definida en la evaluación de referencia. Los análisis basados en MAG sugieren que:

1. La relación en el OPO entero entre la F para los BET juveniles (de 2 años o menos) y el número de lances sobre objetos flotantes es positiva y estadísticamente significativa (valores $p < 0.05$).

2. Las relaciones por área entre la F para el BET y el N_{OBJ} son también estadísticamente significativas (valores $p < 0.05$). De las cinco relaciones por área para el BET, una (para el área ecuatorial costera) es negativa y tres son estrictamente positivas, incluida la del área ecuatorial de alta mar donde se realiza el 75% de la captura actual de BET.
3. La relación positiva y estadísticamente significativa en todo el OPO entre la F para los BET juveniles (de 2 años o menos) y el N_{OBJ} indica que la F aumenta al aumentar el N_{OBJ} .

Suponiendo que el N_{OBJ} sea una representación razonable del esfuerzo de pesca, se espera que la relación entre la F y el N_{OBJ} sea significativa y positiva. Este no es el caso del área ecuatorial costera (Área 3), donde la relación es significativa pero negativa. A continuación proporcionamos varias hipótesis para explicar la relación negativa estimada para el BET en la pesquería OBJ ecuatorial costera (A3-OBJ).

Hipótesis 1: Mayor grado de reducción local. La reducción local puede ser causada por una variedad de factores, tales como la reducción del reclutamiento local, mayor esfuerzo de pesca local y el cambio de patrones de desplazamiento (aumento de la emigración o disminución de la inmigración). Dado que el modelo de evaluación para el BET no está estructurado espacialmente y utiliza el enfoque de “áreas como flotas”, cada F por pesquería se estima con respecto a toda la población del OPO. De este modo, una reducción del BET en el Área 3 más rápido que en otras Áreas del OPO tiene como resultado una menor captura local que podría traducirse en una disminución de la F con respecto a toda la población del OPO.

Las tendencias en los índices de abundancia de palangre apoyan esta hipótesis. Dentro del OPO, el índice de abundancia de palangre estandarizado disminuyó al ritmo más alto en el Área 3, lo que indica que la abundancia de los BET adultos disminuyó más rápidamente en el Área 3 que en otras Áreas del OPO. La tendencia en la talla promedio de los BET capturados en la pesquería OBJ es otro buen indicador de la reducción local. Dado que la selectividad de la pesquería es constante a lo largo del tiempo, se espera que la talla promedio de los BET capturados en la pesquería OBJ se asocie negativamente con el grado de reducción de la población. Los datos de composición por talla utilizados en la evaluación de referencia reciente sugieren que la talla promedio de los BET capturados en la pesquería OBJ ecuatorial costera no tiene una tendencia perceptible a largo plazo desde 2000 ([Figura 7](#)). A menos que haya un cambio notable en la selectividad de la pesquería a lo largo del tiempo, la tendencia en la talla promedio no respalda esta hipótesis.

Hipótesis 2: Deterioro en las condiciones del hábitat en los caladeros locales. El OPO ecuatorial es conocido por grandes fluctuaciones interanuales (por ejemplo, El Niño y La Niña) en el medio marino. Por consiguiente, las condiciones del hábitat para los BET juveniles en el OPO, y en particular para el área ecuatorial costera (Área 3), pueden variar mucho de un año a otro ([SAC-10 INF-D](#)). Además de las condiciones ambientales, la distribución espacial de los caladeros OBJ (es decir, la ubicación de los lances OBJ) también ha cambiado con el tiempo ([Figura 8](#)). Por lo tanto, la relación negativa estimada para el BET en la pesquería OBJ ecuatorial costera (A3-OBJ) podría indicar que las condiciones del hábitat en el Área 3 se han estado deteriorando para el BET o que los lances OBJ en el Área 3 se han realizado en un hábitat de BET cada vez más pobre a lo largo del tiempo.

Para someter a prueba esta hipótesis, se extrajo el índice de hábitat de BET para cada lance OBJ registrado en el Área 3 utilizando información de lances que incluye año, mes, latitud y longitud. El índice de hábitat de BET se predijo diariamente para el OPO entre 2002 y 2017 utilizando un algoritmo de aprendizaje automático desarrollado en [SAC-10 INF-D](#). Luego se promedió el índice de hábitat por lance individual para el BET por año y clase de buque (1-5 o bien 6) para obtener un índice de hábitat ponderado por lance para los BET juveniles en el Área 3. La falta de una tendencia decreciente en el índice de hábitat ponderado por lance ([Figura 9](#)) no parece respaldar la hipótesis de que las condiciones del hábitat en el Área 3 se hayan

deteriorado para el BET ni que los lances OBJ en el Área 3 se hayan realizado en un hábitat de BET cada vez más pobre a lo largo del tiempo.

Hipótesis 3: La evolución de las artes de pesca redujo incidentalmente la eficiencia de captura de BET. Los resultados de un algoritmo de aprendizaje automático, que se desarrolló para evaluar la capturabilidad del BET en las pesquerías OBJ del OPO, mostraron que las características de las artes de pesca, tales como la profundidad de la red, la profundidad de los plantados y el tiempo de lance impactan la tasa de captura de BET ([SAC-10 INF-D](#)). Dado que el barrilete (SKJ) más bien que el BET es la principal especie objetivo de las pesquerías OBJ en el OPO, es posible que el cambio en las características de las artes de pesca, que probablemente buscan mejorar la eficiencia de captura de barrilete, redujera incidentalmente la eficiencia de captura de BET en el área ecuatorial costera (Área 3). De modo similar, la expansión de la pesquería OBJ puede haber ocurrido de manera desproporcionada tanto en las áreas costeras como las de alta mar, con un mayor aumento relativo en el área de alta mar ([FAD-05-INF-A](#), [FAD-05-INF-C](#)). De hecho, el segmento de la flota que opera principalmente con plantados propios, con redes y plantados también más profundos, pesca principalmente en el área de alta mar y su eficiencia, así como el uso de plantados activos, parece ser también mayor ([FAD-05 INF-C](#)).

Sin embargo, el Análisis de Productividad y Susceptibilidad (APS; Duffy *et al.* 2019) para la pesquería de atunes tropical en el OPO sugirió que el barrilete (SKJ) y el BET tienen aproximadamente la misma susceptibilidad a las artes de pesca con redes de cerco. Por lo tanto, parece poco probable que la evolución de las pesquerías OBJ del OPO pueda causar un grado tan alto de disminución en la tasa de captura de BET únicamente en el Área 3.

En conclusión, se considera que la primera hipótesis proporciona la explicación más probable de la relación negativa entre la F y el N_{OBJ} para la pesquería OBJ ecuatorial costera (A3-OBJ). Aunque los índices de abundancia de palangre y las composiciones por talla OBJ brindan información contradictoria con respecto al nivel de reducción del BET en el área ecuatorial costera (Área 3), los índices de abundancia son generalmente más confiables que los datos de composición en términos de informar las tendencias de población cuando existe un conflicto de datos (Francis 2011). La evidencia actualmente disponible no respalda firmemente la segunda y la tercera hipótesis, y es deseable realizar investigaciones adicionales para investigar más a fondo esas posibilidades en el futuro. Es importante señalar que las hipótesis antes mencionadas no son mutuamente excluyentes y varios procesos podrían ser responsables de los patrones observados. Por ahora, la relación negativa entre la F para el BET y el N_{OBJ} en el área ecuatorial costera (Área 3) probablemente indica que el BET experimentó una reducción más rápida en el Área 3 que en el resto del OPO. De este modo, se considera apropiada la recomendación de ordenación de que las condiciones de *statu quo* se mantengan en el ciclo de ordenación mediante la limitación del N_{OBJ} .

REFERENCIAS

- Duffy, L.M., Lennert-Cody, C.E., Olson, R.J., Minte-Vera, C.V., & Griffiths, S.P. 2019. Assessing vulnerability of bycatch species in the tuna purse-seine fisheries of the eastern Pacific Ocean. *Fisheries Research*, 219, 105316.
- Francis, R.I.C.C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 68(6): 1124-1138.
- R Core Team 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Wood, S.N. 2006. *Generalized Additive Models, An Introduction with R*. Chapman & Hall/CRC, Florida. 391 pp.

Table 1. Estimated relationship between the fishing mortality for bigeye tuna and the number of floating-object sets from generalized additive models. The first two columns represent the area where fishing mortality and number of floating-object sets are computed and the age range for which fishing mortality is computed. Area definition can be found in [Fig. 3](#). The other three columns from left to right represent, respectively, estimated degrees of freedom of the smooth term, percentage of deviance explained by the model, and significance of the smooth term.

Tabla 1. Relación estimada entre la mortalidad por pesca del atún patudo y el número de lances sobre objetos flotantes a partir de modelos aditivos generalizados (MAG). Las dos primeras columnas representan el área en la que se calcula la mortalidad por pesca y el número de lances sobre objetos flotantes y el rango de edad para el que se calcula la mortalidad por pesca. La definición de las áreas se encuentra en la [Fig. 3](#). Las otras tres columnas, de izquierda a derecha, representan, respectivamente, los grados de libertad estimados del término suavizado (EstDF), el porcentaje de desviación explicado por el modelo (DevExp) y la significancia del término suavizado.

Región	Edad	EstDF	DevExp	valor p
OPO	1-4 trimestres	1.00	37.5%	4e-3
OPO	5-8 trimestres	1.13	27.0%	2e-2
Área 2	todas	1.00	64.3%	1e-5
Área 3	todas	1.00	25.7%	3e-2
Área 4	todas	1.90	78.8%	2e-7
Área 5	todas	1.31	27.4%	5e-2
Área 6	todas	1.77	39.3%	2e-2

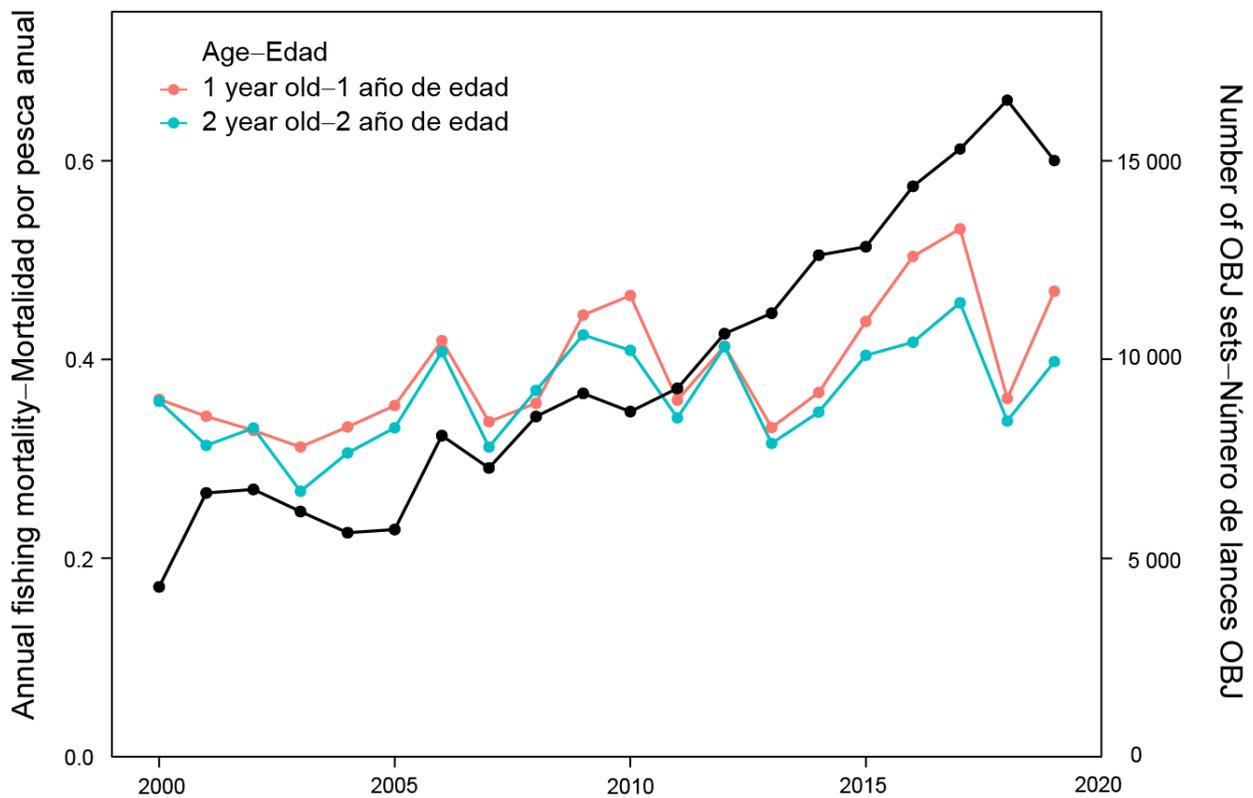


Figure 1. Comparison of age-specific annual fishing mortality for BET (colored lines) and the annual number of OBJ sets in the EPO (black line).

Figura 1. Comparación de la mortalidad por pesca anual por edad para BET (líneas de colores) y el número anual de lances OBJ en el OPO (línea negra).

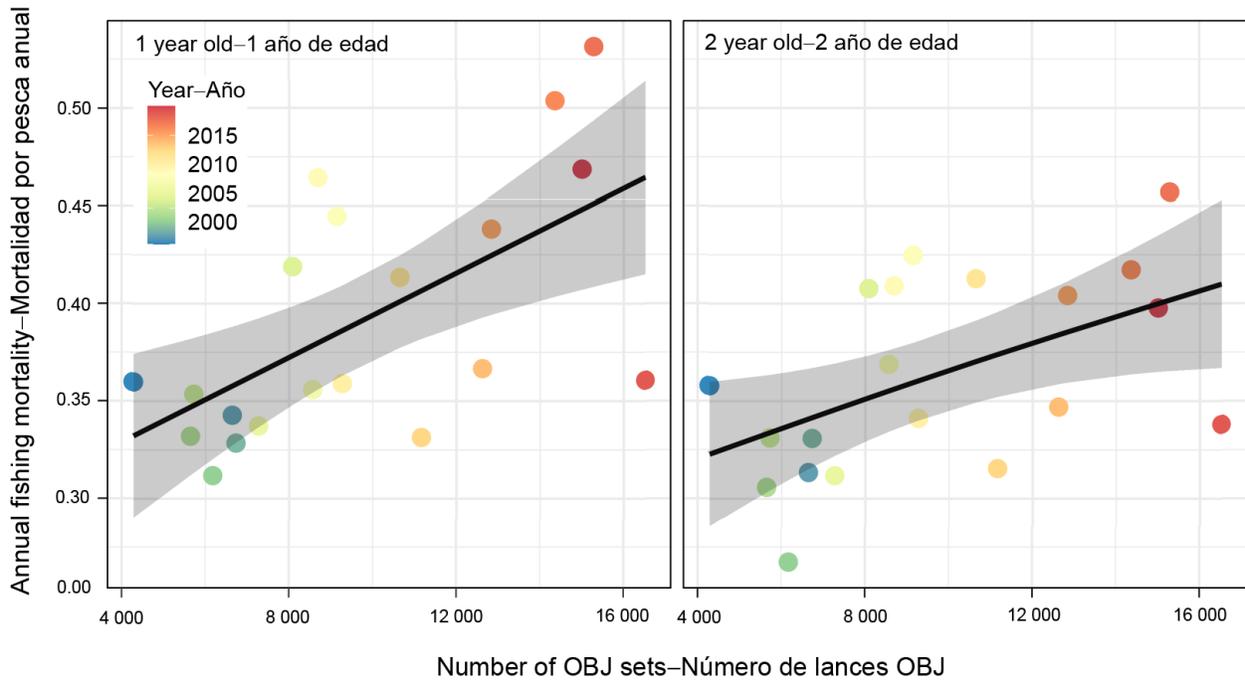


Figure 2. Scatterplot of age-specific annual fishing mortality for BET against annual number of OBJ sets in the EPO. The black line represents the predicted relationship from the GAM and the gray band shows the approximate 95% confidence interval.

Figura 2. Gráfica de dispersión de la mortalidad por pesca anual por edad para BET contra el número anual de lances OBJ en el OPO. La línea negra representa la relación predicha del MAG y la banda gris muestra el intervalo de confianza aproximado de 95%.

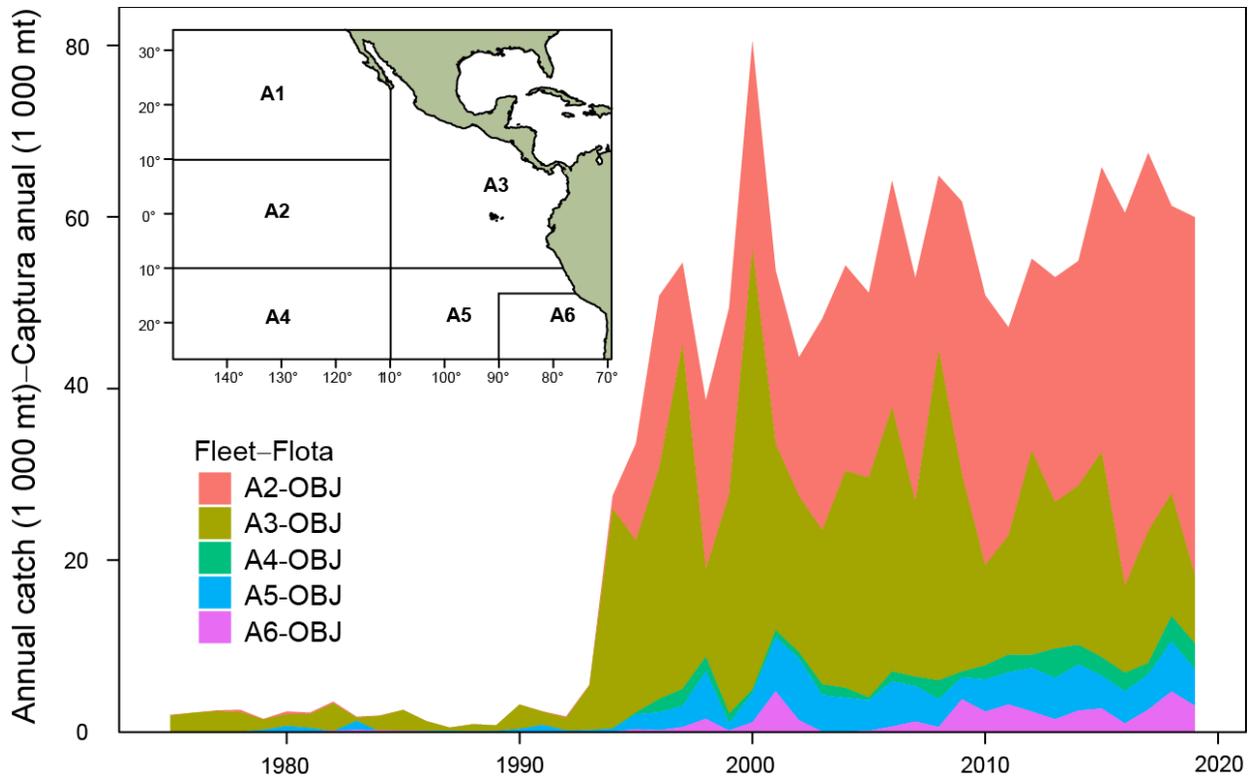


Figure 3. Annual BET catches taken by the five OBJ fisheries in the EPO. At-sea observer and logbook data from IATTC Class 1-6 purse-seine vessels fishing in the EPO is used to compute the area-specific catches.
Figura 3. Capturas anuales de BET realizadas por las cinco pesquerías OBJ en el OPO. Se usan los datos de los observadores en el mar y de las bitácoras de los buques cerqueros de clases 1-6 de la CIAT que pescan en el OPO para calcular las capturas por área.

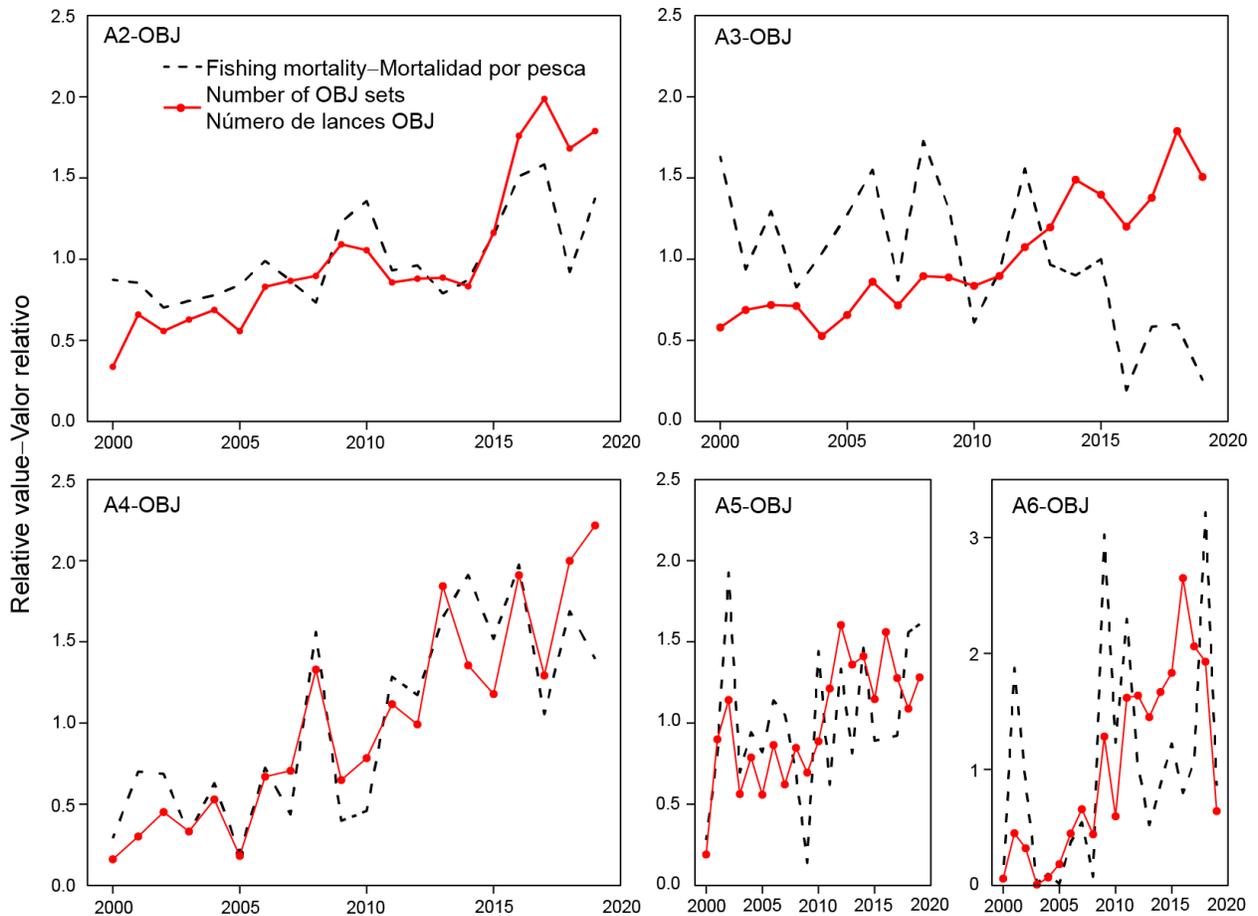


Figure 4. Comparison of annual fishing mortality for BET (black line) and annual number of OBJ sets (red line) for each floating-object fishery. For easier comparison, both fishing mortality and number of OBJ sets for each area are scaled to have a mean of 1. [See Fig. 3](#) for area definition.

Figura 4. Comparación de la mortalidad por pesca anual para BET (línea negra) y el número anual de lances OBJ (línea roja) para cada pesquería sobre objetos flotantes. Para facilitar la comparación, se ajustó la escala de la mortalidad por pesca y el número de lances OBJ para cada área para que tengan un promedio de 1. Ver la [Fig. 3](#) para la definición de las áreas.

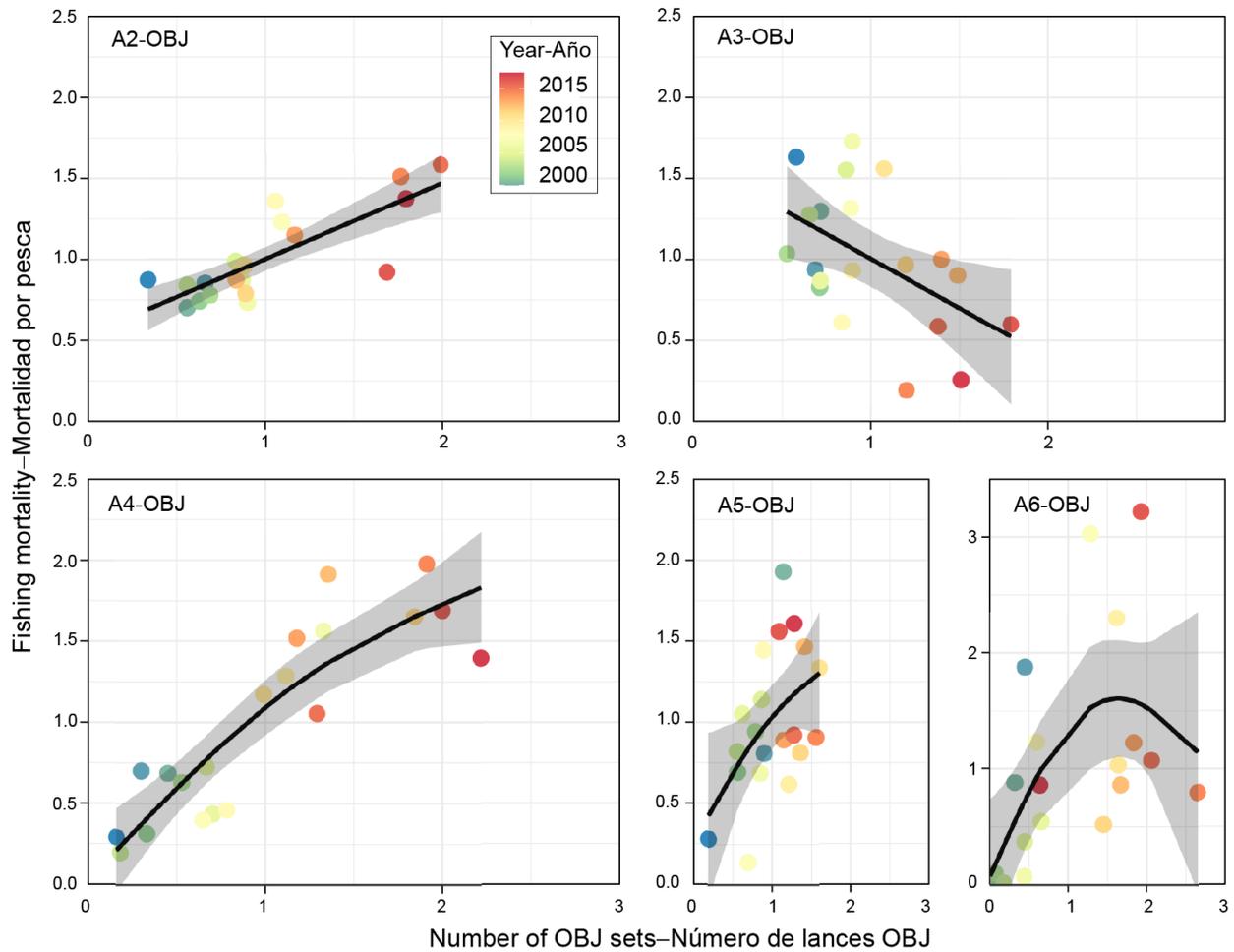


Figure 5. Scatterplot of annual fishing mortality for BET against annual number of OBJ sets for each OBJ fishery in the benchmark assessment. The black lines represents the predicted relationship from the GAMs and the gray band shows the approximate 95% confidence interval. See [Fig. 3](#) for area definition.

Figura 5. Gráfica de dispersión de la mortalidad por pesca anual para BET contra el número anual de lances OBJ para cada pesquería OBJ en la evaluación de referencia. La línea negra representa la relación predicha de los MAG y la banda gris muestra el intervalo de confianza aproximado de 95%. Ver la [Fig. 3](#) para la definición de las áreas.

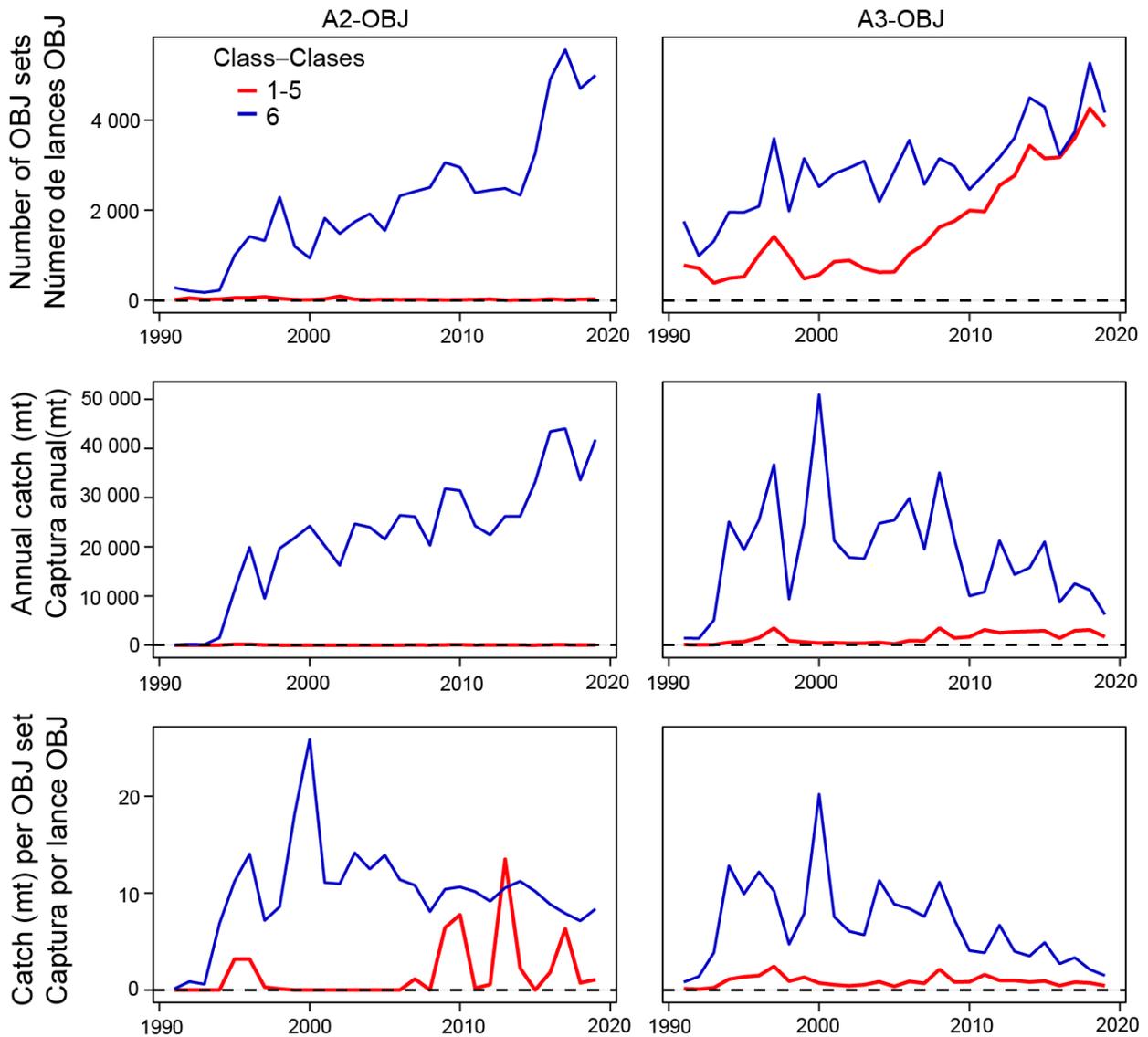


Figure 6. Vessel class-specific fishery indicators for the two equatorial OBJ fisheries for BET in the EPO. At-sea observer and logbook data from IATTC Class 1-6 purse-seine vessels fishing in the EPO is used to compute the vessel class-specific fishery indicators. See [Fig. 3](#) for area definition.

Figura 6. Indicadores pesqueros por clase de buque para las dos pesquerías OBJ ecuatoriales de BET en el OPO. Se usan los datos de los observadores en el mar y de las bitácoras de los buques cerqueros de clases 1-6 de la CIAT que pescan en el OPO para calcular los indicadores pesqueros por clase de buque. Ver la [Fig. 3](#) para la definición de las áreas.

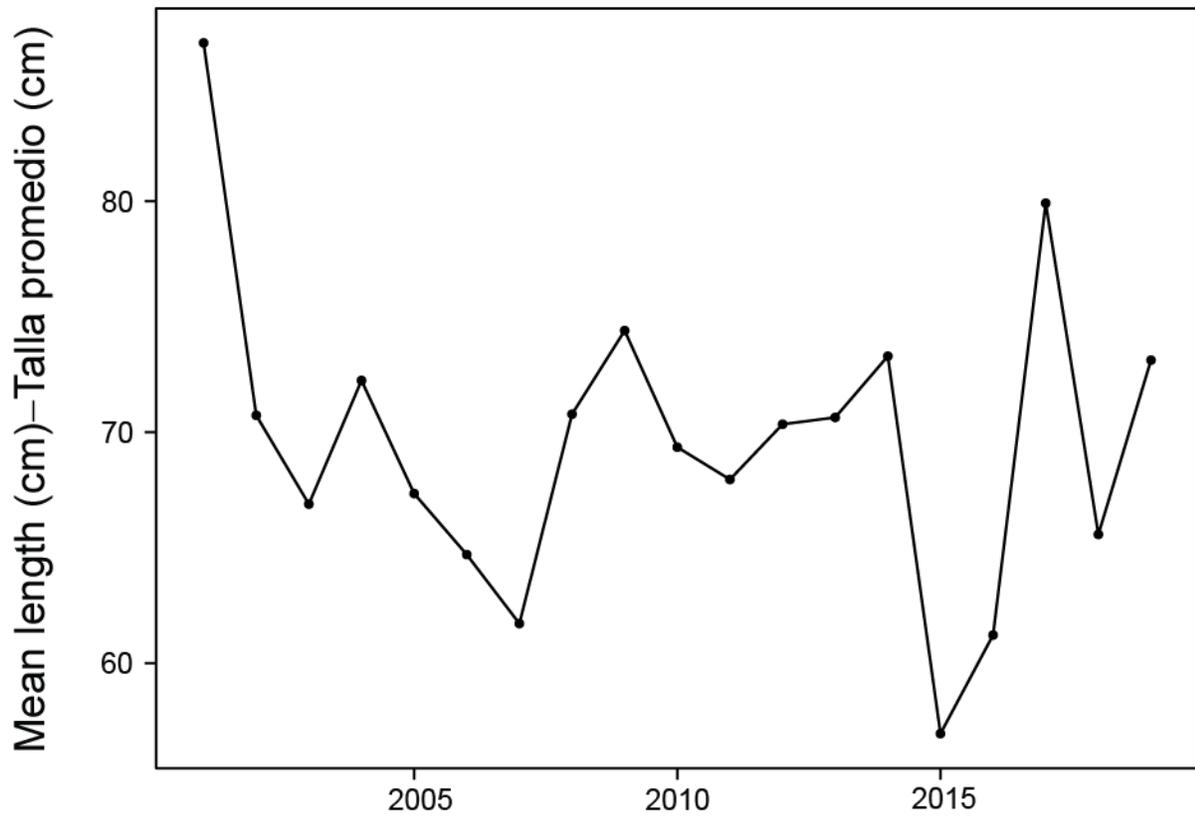


Figure 7. Annual mean length of BET caught by the inshore equatorial OBJ fishery (A3-OBJ).

Figura 7. Talla promedio anual de BET capturado por la pesquería OBJ ecuatorial costera (A3-OBJ).

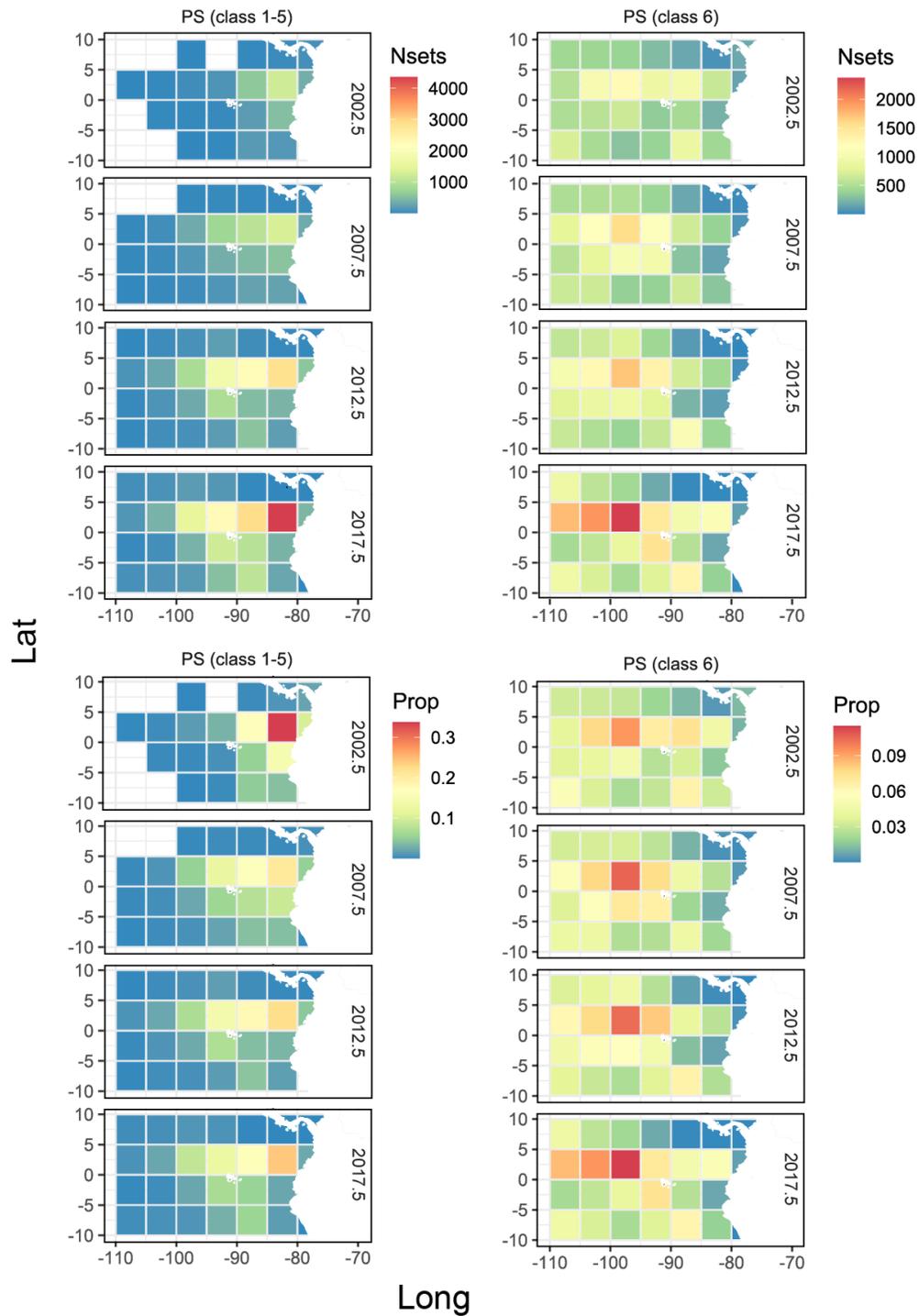


Figure 8. Spatial pattern of annual number (top) and proportion (bottom) of OBJ sets by Class 1-5 (left) and Class-6 (right) purse-seine vessels over time. The time represents the middle of the five-year period over which the values are computed.

Figura 8. Patrón espacial del número anual (arriba) y la proporción (abajo) de lances OBJ por buques cerqueros de clases 1-5 (izquierda) y clase 6 (derecha) a lo largo del tiempo. El tiempo representa la mitad del periodo de cinco años sobre el que se calculan los valores.

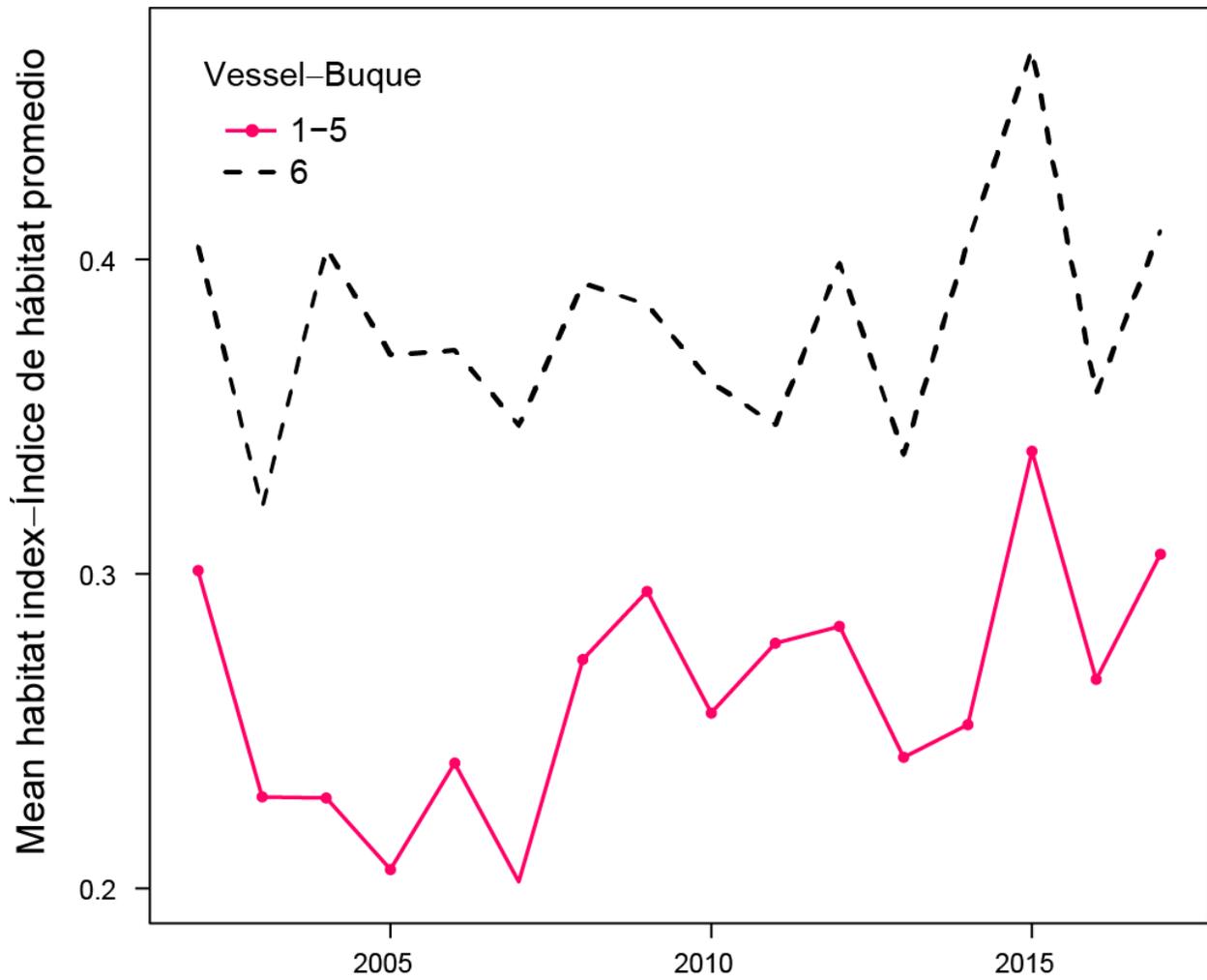


Figure 9. Annual mean habitat index for BET based on the location and date of OBJ sets made by purse-seine vessels that operated in the inshore equatorial area (Area 3).

Figura 9. Índice de hábitat promedio anual para BET basado en la ubicación y fecha de los lances OBJ realizados por buques cerqueros que operaron en el área ecuatorial costera (Área 3).