

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

12^a REUNIÓN

(por videoconferencia)

10-14 de mayo de 2021

DOCUMENTO SAC-12-08

ORDENACIÓN DE LA PESQUERÍA SOBRE OBJETOS FLOTANTES PARA LOS ATUNES TROPICALES EN EL OPO:

MEDIDAS PRECAUTORIAS ADICIONALES RECOMENDADAS POR EL PERSONAL

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

ÍNDICE

Resumen	1
1. Antecedentes	2
2. Veda temporal extendida para lances sobre objetos flotantes y lances no asociados	4
3. Ajuste de los límites de plantados activos diarios	7
Referencias.....	9
Anexo A. Mejor estimación científica (BSE) del número total anual de lances sobre objetos flotantes ...	12
Anexo B. Detalles estadísticos de la metodología BSE	14

RESUMEN

El análisis de riesgos de 2020 del personal de la CIAT ([SAC-11-08](#)) para la pesquería de atunes tropicales en el OPO indica que las medidas de ordenación recientes ([C-17-02](#)), que expiraron a finales de 2020 y se ampliaron para 2021 ([C-20-06](#)), son adecuadas a corto plazo. Sin embargo, el personal recomienda medidas precautorias adicionales para asegurar que estas condiciones de *statu quo*, definidas como la mortalidad por pesca promedio (F) durante el periodo de 3 años más reciente (2017-2019) de las evaluaciones del patudo y del aleta amarilla, no sean rebasadas por tres razones:

1. Para el atún patudo (BET), el análisis de riesgos estima una probabilidad del 50% de que la mortalidad por pesca actual (F_{act}) es más alta que el punto de referencia objetivo del rendimiento máximo sostenible (RMS). Sin embargo, los resultados del análisis de riesgos son bimodales ([SAC-11-08](#)), habiendo un grupo de modelos más pesimista y otro más optimista. Los modelos combinados en el grupo pesimista indican una probabilidad del 10% (o un poco mayor) de que el punto de referencia límite haya sido rebasado;
2. Los indicadores de condición de población ([SAC-12-05](#)), en particular los de la pesquería sobre objetos flotantes (OBJ) (número de lances, captura por lance y peso promedio para las tres especies), muestran tendencias a largo plazo que podrían conducir a un aumento de F en el futuro próximo, poniendo así en peligro el efecto deseado de las medidas actuales para la pesquería cerquera (capacidad congelada veda de 72 días, veda del 'corralito', límites de plantados activos diarios).
3. Dada la falta de evaluación de la población o de una estrategia de extracción evaluada para el barrilete, la mortalidad por pesca no debe aumentar por encima de los niveles actuales.

Existen varios tipos de medidas de ordenación que se podrían considerar (por ejemplo, las medidas resumidas en el documento [SAC-12 INF-B](#)). El personal revisó las ventajas y desventajas de cada opción, así como las soluciones potenciales para mitigar o compensar las desventajas (por ejemplo, [SAC-11 INF-M](#)). El personal también sopesó los beneficios de ordenación y las deficiencias de datos y de infraestructura (es decir, para el monitoreo del cumplimiento) y concluyó que una veda temporal extendida con base en el número de lances OBJ del año anterior (solo si se el *statu quo* llegara a excederse), combinada con límites de plantados activos diarios por buque individual, sería la mejor opción para mantener el *statu quo* y así prevenir un aumento de F dentro del ciclo de ordenación. La veda sería tanto para los tipos de lances OBJ como para los no asociados (NOA) y se aplicaría a todos los buques cerqueros con excepción de los que históricamente hicieron principalmente lances NOA (buques que han hecho un 75% o más de sus lances sobre cardúmenes no asociados en 3 de los últimos 5 años (2015-2019)). Además de las medidas ya establecidas en la resolución [C-17-02](#) y extendidas en la resolución [C-20-06](#), estas dos medidas precautorias adicionales ayudarían a controlar los dos aspectos restantes de la pesquería que no están limitados lo suficiente (lances OBJ y plantados en el mar) lo que, si se deja sin restricciones, podría dar pie al aumento de la mortalidad por pesca.

El personal recomienda la adopción de las medidas adicionales en un paquete de conservación multianual (3 años, 2022-2024) para los atunes tropicales en el OPO (documento [SAC-12-16](#)). Se recomienda un paquete multianual porque proporcionaría estabilidad en las medidas de conservación y daría tiempo para 1) mejorar las evaluaciones del patudo y el aleta amarilla; 2) desarrollar una evaluación basada en marcado para el barrilete ([SAC-12-06](#)); 3) mejorar el marco de análisis de riesgos antes de que se necesite un nuevo asesoramiento de ordenación; 4) desarrollar evaluaciones para otras poblaciones (por ejemplo, pez espada); y 5) centrarse en el proceso en curso de evaluación de estrategias de ordenación (EEO) para los atunes tropicales.

1. ANTECEDENTES

Están disponibles nuevas evaluaciones de referencia para el atún patudo (BET) y para el atún aleta amarilla (YFT) ([SAC-11-06](#), [SAC-11-07](#)). Estas evaluaciones representan un cambio fundamental del enfoque anterior del personal de ‘mejor evaluación’: son la base de un ‘análisis de riesgos’ en el que se utilizan una variedad de modelos de referencia para representar hipótesis alternativas plausibles ([SAC-11-08](#)). En 2020, el personal concluyó que los resultados generales del análisis de riesgos del patudo no apoyan el cambio de la duración de la veda cerquera por dos razones. En primer lugar, la probabilidad de que los puntos de referencia objetivo (mortalidad por pesca y biomasa reproductora correspondientes al rendimiento máximo sostenible; F_{RMS} y S_{RMS}) hayan sido alcanzados es de un 50%. La resolución [C-16-02](#) no especifica un nivel aceptable de probabilidad de rebasar estos puntos de referencia objetivo; sin embargo, el personal señala que el 50% es un nivel de referencia arbitrario razonable dado que S fluctuará alrededor de S_{RMS} a medida que el reclutamiento fluctúe y F también fluctuará alrededor de F_{RMS} debido a las fluctuaciones interanuales de capturabilidad y de distribución del esfuerzo entre los tipos de lances cerqueros. En segundo lugar, los resultados generales del análisis de riesgos para el patudo indican que aunque la probabilidad de que los puntos de referencia límite hayan sido rebasados no es insignificante tanto para F como para S , no rebasan el nivel umbral del 10% especificado en la resolución [C-16-02](#) para desencadenar una acción ([SAC-11-08](#)).

No obstante, el personal cree que las medidas de conservación y ordenación que reemplazarán la resolución [C-17-02](#), la cual expiró a finales de 2020 y se extendió al 2021 ([C-20-06](#)), deben incluir disposiciones para asegurar que la mortalidad por pesca no aumente por encima del *statu quo* (F_{act})¹ por las siguientes

¹Definido como la mortalidad por pesca promedio (F) durante el periodo de tres años más reciente (2017-2019) de las evaluaciones del patudo y el aleta amarilla.

razones precautorias. En primer lugar, la mitad de los modelos utilizados en el análisis de riesgos para el patudo son ‘pesimistas’: combinados, indican que los puntos de referencia límite para el patudo ya han sido rebasados con una probabilidad de (o un poco mayor) del 10% ([SAC-11-08](#)). En segundo lugar, los indicadores de condición de población ([SAC-12-05](#)), en particular los relacionados con el esfuerzo en la pesquería OBJ muestran tendencias a largo plazo que, si persisten, conducirían potencialmente al aumento de *F* en el futuro próximo, poniendo así en peligro el efecto deseado de las medidas actuales para la pesquería cerquera (capacidad congelada, veda de 72 días, veda del ‘corralito’, límites de plantados activos diarios).

Esta no es la primera vez en la que el personal recomienda medidas precautorias para los atunes tropicales adicionales a las disposiciones de la resolución [C-17-02](#); cada año desde 2018 se han propuesto medidas para prevenir nuevos aumentos de la mortalidad por pesca (por ejemplo, [IATTC-94-03](#), [FAD-04-01](#), [IATTC-95-01](#)). Estas recomendaciones están alineadas con el requisito del Artículo VII.1.h de la Convención de Antigua de *"adoptar medidas apropiadas para prevenir o eliminar la pesca excesiva y el exceso de capacidad de pesca y para asegurar que el nivel del esfuerzo de pesca sea compatible con el uso sostenible de las poblaciones de peces abarcadas por esta Convención"*. En concreto, el personal recomendó: a) reducciones de los límites de plantados activos y b) un límite sobre el número total combinado de lances OBJ y NOA. Este límite combinado (OBJ+NOA), en lugar de ser un límite de lance OBJ, fue principalmente por razones prácticas: es difícil obtener datos precisos sobre el número de lances, por tipo, en tiempo casi real, lo cual sería necesario para implementar un límite de este tipo; no se pueden verificar las determinaciones de tipo de lance hasta que se haya completado el viaje y se hayan procesado los datos². Además, el atún aleta amarilla pequeño también es capturado en lances NOA y su evaluación de 2019 indicó que su condición era potencialmente preocupante y podría beneficiarse de un límite sobre estos lances. El CCA no apoyó esta recomendación ([SAC-10, Sec. 13](#)) debido principalmente a preocupaciones sobre una posible ‘carrera para pescar’ pero también debido a la posibilidad de rebasar los límites de lances OBJ deseados dadas sus ventajas operacionales sobre lances NOA en términos de localización de peces, incidencia de lances sin captura, etc.

Investigaciones recientes realizadas por el personal ([FAD-05 INF-D](#)) proporcionan nueva dirección sobre el tipo de medidas precautorias que deben relacionarse directamente con la mortalidad por pesca. En concreto, esa investigación ha identificado una relación directa entre el número de lances OBJ y la mortalidad por pesca del patudo (para las edades objetivo de estas pesquerías) estimada por la evaluación del patudo en el OPO del año 2020 ([SAC-11-06](#)). Esta relación fue detectada como significativa, positiva y lineal, o casi lineal, para tres de las cinco áreas de la pesquería OBJ definidas en la evaluación y para todas las pesquerías OBJ combinadas. La relación es particularmente notable en el área ecuatorial de alta mar en donde sucede la mayoría de la captura de patudo (por ejemplo, alrededor del 75% de la captura OBJ de patudo en 2019 ocurrió en esa área).

Esta nueva investigación indica que un aumento en el número de lances OBJ incrementa proporcionalmente la mortalidad por pesca del patudo y, por lo tanto, las medidas de ordenación que controlan el número de lances OBJ deben limitar la mortalidad por pesca para la especie. En particular, para mantener el *statu quo*, se deben diseñar las medidas de ordenación adicionales para mantener el número de lances OBJ al nivel que corresponde a las tasas de mortalidad por pesca en las evaluaciones más recientes de modo que no se traspasen los puntos de referencia límite. En este caso, esta tasa de mortalidad por pesca

²La combinación de lances OBJ y NOA para fines de notificación podría mantener la calidad de los datos al eliminar el incentivo de reportar lances OBJ como lances NOA, como podría ocurrir con un límite en los lances OBJ solamente.

es el promedio durante el periodo 2017-2019; es por eso que las opciones de ordenación deben impedir que el número anual de lances OBJ rebase los niveles promedio del periodo 2017-2019.

Existen varios tipos de medidas de ordenación que se podrían considerar para limitar el número de lances OBJ (por ejemplo, las medidas resumidas en el documento [SAC-12 INF-B](#)). El personal revisó las ventajas y desventajas de cada opción y sopesó los beneficios de ordenación y las deficiencias de datos y de infraestructura (por ejemplo, para el monitoreo del cumplimiento) y los efectos secundarios indeseables ([SAC-11 INF M](#)). Después de estas consideraciones, el personal concluyó que una veda temporal extendida para los lances OBJ y NOA para todos los buques cerqueros, con excepción de los que históricamente hicieron principalmente lances NOA, combinados con límites de plantados activos diarios por buque individual, sería la mejor opción para mantener el *statu quo* y así prevenir un aumento de *F* dentro del ciclo de ordenación.

El personal recomienda estas medidas de ordenación adicionales suponiendo que la Comisión adoptará un paquete trienal de ordenación tal y como el personal lo recomendó anteriormente ([SAC-11-15](#)) al igual que el CCA ([IATTC-95-02](#)) para el periodo 2022-2024 en su próxima reunión en 2021 ([SAC-12-16](#)). Se recomienda un paquete multianual porque proporcionaría estabilidad en las medidas de conservación y daría tiempo para mejorar las evaluaciones de los atunes tropicales (patudo, aleta amarilla) y el análisis de riesgos antes de que se necesite un nuevo asesoramiento de ordenación; además, daría tiempo de desarrollar evaluaciones para otras poblaciones (por ejemplo, barrilete, pez espada). El tiempo adicional también permitiría al personal y a otras partes interesadas centrarse en el proceso en curso de evaluación de estrategias de ordenación (EEO) para evaluar formalmente la capacidad de las estrategias de ordenación alternativas y alcanzar los objetivos de ordenación al mismo tiempo que se enfrentan a múltiples fuentes de incertidumbre.

En el resto de este documento, se presenta con detalle la justificación detrás de las dos medidas adicionales recomendadas y se describen por completo las medidas. También se propone una regla operacional para definir la duración de la veda temporal extendida que se basa en el número de lances OBJ del año anterior. También se discuten las consideraciones para el monitoreo del cumplimiento. En los cálculos realizados para este documento, se ha asumido que la capacidad no ha aumentado desde 2017 debido a que está congelada y, por lo tanto, cualquier cambio en la capacidad de pesca se debe a cambios 'aleatorios' derivados de las decisiones tomadas por las empresas pesqueras (por ejemplo, pescar en el OPOC) o por los buques inoperables.

2. VEDA TEMPORAL EXTENDIDA PARA LANCES SOBRE OBJETOS FLOTANTES Y LANCES NO ASOCIADOS

2.1. Justificación de la medida

El personal recomienda una veda temporal extendida tanto para los lances OBJ como para los lances NOA para todas las clases de capacidad de buque de la CIAT, excepto los que históricamente han hecho principalmente lances NOA (es decir, el 75% o más de sus lances NOA en 3 de los últimos 5 años (2015-2019)) y que tendrán permitido continuar haciendo lances NOA. Esta veda temporal extendida se agregará al final de la veda actual de 72 días. La duración de esta veda extendida se basará en el número de lances OBJ realizados en el año anterior, en relación con el promedio del periodo 2017-2019, para asegurar que no se rebase el *statu quo*.

La meta de la veda temporal extendida es controlar el número de lances OBJ, en especial para evitar el aumento de la mortalidad por pesca del patudo. No obstante, la implementación de una medida de ordenación puede afectar a otros tipos de lances y especies. Mientras que la evaluación del aleta amarilla muestra que la población está sana y que es poco probable que incrementos pequeños o moderados en la mortalidad por pesca cambien la condición de la población a corto plazo, no hay una evaluación formal

para el barrilete. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta el impacto en el barrilete de una veda temporal extendida.

La ordenación del barrilete ha estado históricamente ligada a la condición del patudo (el barrilete tiene aproximadamente la misma susceptibilidad que el patudo pero es más productivo) porque no han sido posibles evaluaciones formales del barrilete. En particular, dado que la probabilidad de que la mortalidad por pesca del barrilete haya rebasado su nivel de RMS es del 50%, un nivel arbitrario considerado como razonable por el personal, se podría considerar que el *statu quo* de la mortalidad por pesca para el barrilete también es adecuada. Si se implanta una veda temporal extendida solo para los lances OBJ, es posible que se produzca una transferencia de esfuerzo de los lances OBJ a los lances NOA durante la veda temporal extendida. Suponiendo que la veda temporal extendida limita el número de lances OBJ a los niveles de *statu quo* y F es proporcional al número de lances OBJ, entonces F tanto para el patudo como para el barrilete seguiría siendo lo mismo para OBJ. Sin embargo, la F del barrilete podría aumentar debido a la reasignación de esfuerzo de lances OBJ a NOA durante la veda temporal extendida si se permitieran lances NOA.

Para reducir la posibilidad de que la reasignación de esfuerzo de lances OBJ a NOA durante la veda temporal extendida conduzca a un aumento de F del barrilete, la veda extendida debe aplicarse tanto a lances OBJ como a los NOA. Esta veda extendida no limitará la reasignación de esfuerzo para lances OBJ o NOA a lances asociados a delfines (DEL). Algunos buques que anteriormente no tenían un Límite de Mortalidad de Delfines (LMD) podrían solicitar uno, lo que les permitiría cambiar de lances OBJ o NOA a lances DEL durante la veda extendida; esto podría ser poco probable si la duración de la veda es relativamente corta. Algunos buques que ya tienen LMD, y que suelen realizar lances OBJ y NOA además de lances DEL, pueden cambiar a hacer más lances DEL durante la veda extendida. El personal no considera esto como una preocupación porque la población de aleta amarilla está sana y es poco probable que el aumento potencial de F cambie la condición de la población dentro del periodo trienal de ordenación recomendado.

Se debe hacer una exención para los buques que históricamente han realizado lances NOA. Estos buques no están contribuyendo de manera sustancial al aumento del esfuerzo sobre objetos flotantes y no tienen un gran potencial para aumentar la mortalidad por pesca del barrilete mediante el cambio de lances OBJ a lances NOA durante la veda temporal extendida. Se debe utilizar un corte de 75% de lances NOA en un año para identificar a estos buques ya que esto parece ser un umbral claro que diferencia buques con estrategias de pesca predominantemente NOA ([Figura 1](#)).

Una veda temporal extendida que se aplica tanto a los lances OBJ como a los NOA, que se activa solo en situaciones específicas dada una regla operacional, tiene las siguientes ventajas:

- a. La Comisión ya ha adoptado una medida que especifica días de veda (por ejemplo, resoluciones [C-17-02](#), [C-20-06](#)).
- b. Utilizar el número de lances OBJ del año anterior para activar la regla operacional:
 - i. No genera las demandas de datos adicionales y/o las necesidades de infraestructura adicionales para el procesamiento de datos que se requerirían para el monitoreo en tiempo casi real de la pesquería.
 - ii. Reduce los problemas asociados con informes erróneos de tipo de lance.
 - iii. Permite que se hagan ajustes a los tipos de lances reportados, si es necesario, utilizando algoritmos de clasificación de tipo de lance (ver los Anexos A y B).
- c. Aplicar la veda extendida a los lances OBJ y NOA reduce los problemas asociados con informes erróneos de tipo de lance durante el periodo de veda.
- d. La pesquería DEL no será afectada, lo cual está respaldado por los resultados de la actual evaluación del aleta amarilla que indica que la población está saludable.

2.2. Detalles de la medida

La regla operacional que conecta el aumento de F (aumento en el número de lances OBJ) a la acción de ordenación debe basarse en la Mejor Estimación Científica (BSE, por sus siglas en inglés) del número de lances OBJ en el año anterior (ver el [Anexo A](#) para una descripción resumida de la metodología para obtener la BSE; los detalles estadísticos de la metodología BSE se proporcionan en el [Anexo B](#)). Esta regla tiene la ventaja de que la BSE está basada en el análisis de datos relevantes de múltiples fuentes recolectados durante el año. Esto ayudará a mitigar el efecto de cualquier informe erróneo del tipo de lance sobre el número estimado de lances OBJ, particularmente después de que la regla entre en vigor.

La regla operacional se aplicará de la siguiente manera:

Días abiertos en el año i = $\text{Min}[\text{Días abiertos en el año } i-1 \times (\text{lances OBJ promedio (2017- 2019)} / \text{lances OBJ en el año } i-1), 365 - 72]$

Los días adicionales que representan la veda temporal extendida de lances OBJ y NOA para el año i se calcula como: $[365 - (\text{días abiertos en el año } i) - 72]$.

La cantidad adicional de días de veda para un número determinado de lances OBJ con base en la implementación de la regla operacional se presenta en la [Figura 2](#).

Los detalles de la regla incluyen:

- 1) La veda temporal extendida se calculará utilizando lances OBJ para buques de todas las clases de capacidad.
- 2) La veda extendida será para todos los buques (cubiertos bajo las vedas temporales actuales) y para los lances OBJ y NOA.
- 3) La veda extendida se agrega al final de la veda temporal de 72 días existente para todos los tipos de lance.
- 4) Los buques que han hecho 75% o más de sus lances NOA en 3 de los últimos 5 años (2015-2019) tendrán permitido hacer lances NOA durante la veda extendida siempre y cuando tengan un observador a bordo.
- 5) Solo buques con un LMD y aquellos que cumplan con el punto 4 se permitirán en el mar durante la veda extendida.

2.3. Consideraciones de monitoreo del cumplimiento

Existen varias consideraciones en lo que respecta al monitoreo del cumplimiento durante la veda temporal extendida. En primer lugar, se puede utilizar el algoritmo de clasificación de tipo de lance que se aplicará como parte de la metodología BSE (ver Anexos [A](#) y [B](#)) para evaluar si los tipos de lances reportados durante el periodo de veda fueron exactos. Cualquier caso aparente de informes erróneos de tipo de lance durante la veda extendida podría pasarse al Comité de Revisión para su revisión. En segundo lugar, se observa que para el monitoreo del cumplimiento durante la veda extendida se puede necesitar una definición formal de un lance OBJ. Sin embargo, esta definición no se adoptaría en la metodología BSE, ya que el algoritmo de tipo de lance se basa en datos históricos (la definición científica no debe cambiarse). Por lo tanto, el Comité de Revisión podría tomar en consideración tanto los hallazgos científicos sobre informes erróneos como otros indicadores de informes erróneos con base en una definición legal de tipo de lance, como las [definiciones provisionales consideradas por el Grupo de Trabajo sobre Plantados \(FAD-03b\)](#).

3. AJUSTE DE LOS LÍMITES DE PLANTADOS ACTIVOS DIARIOS

3.1. Justificación de la medida

El personal recomienda límites por buque individual (LBI) en el número de plantados activos diarios³, calculados de forma independiente para cada buque a partir de sus datos de plantados activos para el periodo 2018-2019 (no se le ha proporcionado datos anteriores a 2018 al personal de la CIAT).

La resolución [C-17-02](#) (ahora resolución [C-20-06](#)) requiere que los CPC o sus buques reporten, a intervalos mensuales, información diaria sobre la totalidad de los plantados activos a la Secretaría⁴ y estableció límites de clase de capacidad para controlar la mortalidad por pesca en la pesquería OBJ (los buques con mayor cantidad de plantados activos pueden hacer más lances OBJ o tener mayor eficiencia, Lopez *et al.* (2014), [FAD-04-01](#)). No obstante, los buques en la misma clase de capacidad pueden tener estrategias diferentes en el uso de plantados y cualquier restricción para la flota entera o de clase de capacidad afectará a algunos buques más que a otros ([FAD-04-01](#)). Debido a que la motivación es no rebasar los niveles de plantados activos de 2018-2019, el personal considera que, a diferencia de los ajustes a los límites de clase de capacidad en las resoluciones [C-17-02](#) y [C-20-06](#), los límites de plantados activos diarios por buque individual evitarían o limitarían de forma más eficiente que los buques incrementar su uso de plantados activos con respecto al *statu quo*.

El personal considera que el establecimiento de límites anuales por buque individual en el número de plantados activos diarios también es esencial para mantener el *statu quo* de otros componentes de la pesquería que actualmente no están regulados tales como el número total de plantados en el mar y las siembras. Los límites de plantados activos por buque evitarán indirectamente que el número total de plantados activos aumente porque cada buque estará limitado a su nivel de uso de plantados durante el periodo 2018-2019. Además, al limitar los plantados activos por buque, el número de siembras se limitaría indirectamente en cierta medida, siempre y cuando la activación remota no se produzca o no sea una práctica generalizada (las resoluciones [C-17-02](#) y [C-20-06](#) prohíben las activaciones remotas). Se observa que dentro de las categorías de clase actuales especificadas en las resoluciones [C-17-02/C-20-06](#) hay estrategias de pesca sobre plantados muy diferentes (por ejemplo, ver sección 3.1 en el documento [FAD-05-INF-A](#) o el documento [FAD-05-INF-C](#)) y ajustar los límites de clase de capacidad actuales, por ejemplo, disminuyendo esos límites al promedio (o cualquier otra métrica similar), tendría un efecto adverso significativo innecesario en varios buques porque la meta de la medida es no rebasar el *statu quo*. Por el contrario, los nuevos límites de clase de capacidad seguirían siendo significativamente altos o generosos para un segmento importante de la flota. Como consecuencia, algunos buques tendrían que reducir sustancialmente su número de plantados activos mientras que a otros se les permitiría aumentar su número de plantados activos (por ejemplo, [SAC-11 INF-M](#), [FAD-05 INF-A](#), [FAD-05 INF-C](#)), potencialmente rebasando el número total de plantados en el mar y de siembras con respecto al *statu quo*. Como ejemplo, incluso con restricciones de plantados activos en vigor, algunas flotas aumentaron significativamente en los últimos años su uso de plantados activos en otros océanos (Imzilen *et al.* 2020).

El personal no propone un límite de plantados activos para la flota entera porque las medidas existentes de plantados activos y los datos notificados son por buque y actualmente algunos buques no presentan informes o lo hacen de manera incompleta. Para definir un límite para la flota entera sería necesario extrapolar a aquellos buques que no presentaron informes durante los dos últimos años, lo que sería problemático sin una relación precisa entre las características operacionales de los buques y el número de

³ Las resoluciones [C-17-02](#) y [C-20-06](#) definen un plantado como ‘activo’ cuando este se siembra en el mar y la boya satelital amarrada comienza a transmitir su ubicación. Los plantados deben activarse exclusivamente a bordo de un buque cerquero.

⁴ Actualmente, los plantados son identificados por medio de boyas satelitales en virtud de la resolución [C-19-01](#)

plantados activos. Esta relación no puede obtenerse agrupando buques de acuerdo a sus categorías de clase de capacidad (como se hace en las resoluciones [C-17-02](#) y [C-20-06](#)) porque, como se ilustra en otros lugares (por ejemplo, la sección 3.1 del documento [FAD-05-INF-A](#) y el documento [FAD-05-INF-C](#)), las estrategias de pesca sobre plantados difieren incluso dentro de las categorías de capacidad.

Un LBI anual sobre el número de plantados activos diarios tiene las siguientes ventajas:

- a. Desde 2018, está en vigor un límite de plantados activos (resolución [C-17-02](#); [C-20-06](#)) y ya existe un sistema para la recolección y notificación mensual de estos datos para todos los buques cerqueros⁵.
- b. Si se establecen límites de plantados activos diarios por buque individual, los buques no podrían aumentar el uso de plantados activos con respecto al *statu quo*, a diferencia de los ajustes a los límites de clase de capacidad en las resoluciones [C-17-02/C-20-06](#).
- c. En general, los buques con mayor número de plantados activos hacen más lances OBJ ([FAD-04-INF-A](#), [SAC-11-INF-M](#)), lo que sugiere una relación potencial entre los plantados activos y los lances OBJ y, en última instancia, *F* ([FAD-05 INF-D](#)).

3.2. Detalles de la medida

En cuanto al cálculo del límite diario para cada buque, hay una serie de opciones entre las cuales, por ejemplo, establecer que el LBI sería igual al promedio del número máximo mensual de plantados activos (para dar cuenta de la estacionalidad) que el buque reportó durante el periodo 2018-2019. Además, se excluirían todos los datos de los meses correspondientes al periodo de veda acatado por el buque, ya que los datos de plantados activos reportados durante los periodos de veda pueden no representar estrategias operacionales/de pesca precisas para muchos buques (por ejemplo, [SAC-11 INF-M](#), [FAD-05 INF-A](#), [FAD-05 INF-C](#)). Para los buques que hayan reportado menos de 12 meses individuales con datos de plantados activos durante 2018-2019, también sería necesario adoptar un método de cálculo; una opción sería solicitar que presenten los datos faltantes antes del 31 de julio de 2021, por ejemplo (o cualquier otra fecha que la Comisión decida) cuando se calcularían sus respectivos límites diarios. Si no se notifican datos para la fecha convenida para el periodo faltante, se asumiría que el uso de plantados activos del buque es cero para ese periodo en particular y los valores existentes se usarían para calcular los LBI finales. Por último, existe otra categoría de buques que debe abordarse de manera apropiada: aquellos que nunca reportaron datos de plantados activos durante 2018-2019 porque no pescaron sobre plantados durante ese periodo, porque no pescaron en el OPO o porque simplemente no notificaron ningún dato. Bajo el método de cálculo descrito anteriormente, su límite ajustado sería cero, lo que podría ser consistente con la idea de un *statu quo*, pero podría ser percibido como discriminatorio para los buques y para el Miembro de pabellón en cuestión. Para algunos de estos buques, este cálculo podría ser posible siempre que se reportaran los datos de plantados activos para el periodo 2018-2019. Para otros buques, aquellos que nunca han pescado sobre plantados y quisieran hacerlo, incluso como estrategia de pesca complementaria, se puede concluir que la mejor forma de avanzar sería desarrollar una solución equitativa, aún por ser analizada y definida por la Comisión, que sea compatible con la idea central de estas recomendaciones.

3.3. Consideraciones de monitoreo del cumplimiento

Existen varias consideraciones en lo que respecta al monitoreo del cumplimiento de los LBI. En primer lugar, no se dispone de verificación independiente de los datos reportados ni de otras disposiciones incluidas en las resoluciones (por ejemplo, activación remota de plantados, resoluciones [C-17-02](#) y [C-20-](#)

⁵Durante el periodo 2018-2019, 156 buques reportaron datos de plantados activos de forma parcial o continua. Alrededor del 75% de los buques reportaron durante al menos 12 meses y el 50% reportó durante al menos 20 meses

[06](#)). Como se señaló anteriormente (por ejemplo, [IATTC-94-02](#), [SAC-10-19](#), [FAD-03 INF-B](#), [SAC-11-15](#)), el acceso a los datos de boyas de alta resolución (idealmente los mismos datos de boyas diarios sin procesar recibidos por los usuarios originales; es decir, buques, empresas pesqueras) y a los datos del Sistema de Seguimiento de Buques (VMS, por sus siglas en inglés) ayudaría al personal a realizar una verificación independiente de las cuestiones mencionadas. En segundo lugar, no todos los buques que parecen estar utilizando plantados están reportando datos de plantados activos o han proporcionado datos solo para una parte del periodo 2018-2019.

Mejorar la notificación de datos, según lo dispuesto en las resoluciones [C-17-02](#) y [C-20-06](#), pondría a disposición datos de plantados activos para todos los buques que están obligados a presentar informes y permitiría obtener estimaciones más precisas de plantados activos por buque y a nivel global. Por lo tanto, sería deseable que la Comisión estudiara disposiciones y mecanismos alternativos que mejoraran la presentación y la calidad de los datos, incluyendo, entre otros, la revisión de las directrices desarrolladas por el Grupo de Trabajo sobre Plantados sobre notificación de datos de boyas para que coincidan con las recomendaciones del personal, el CCA y el propio Grupo de Trabajo sobre Plantados (por ejemplo, nuevos sistemas de notificación, como acceso directo a datos de boyas satelitales sin procesar proporcionados por los fabricantes de boyas a los usuarios originales; [IATTC-94-02](#), [FAD-03 INF-B](#), [SAC-10-19](#), [SAC-11-15](#)), refuerzo o clarificación de las políticas de confidencialidad de la CIAT y talleres de fomento de capacidad con las partes interesadas, según sea necesario. De hecho, mejorar la recolección de datos y la calidad de los datos de boya son acciones que han demostrado tener valor científico incuestionable en la ordenación de las poblaciones de atunes (por ejemplo, [SCRS/2019/075](#)) y podría proporcionar la información necesaria para permitir una mejor comprensión de la relación entre las características operacionales, los plantados activos, los plantados totales en el mar, las capturas y, en última instancia, el número de lances.

REFERENCIAS

- Imzilen, T., C. Lett, E. Chassot and D. M. Kaplan (2020). "Spatial management can significantly reduce dFAD beachings in Indian and Atlantic Ocean tropical tuna purse seine fisheries." bioRxiv: 2020.2011.2003.366591.
- Lopez, J., G. Moreno, I. Sancristobal and J. Murua (2014). "Evolution and current state of the technology of echo-sounder buoys used by Spanish tropical tuna purse seiners in the Atlantic, Indian and Pacific Oceans." Fisheries Research 155(0): 127-137.

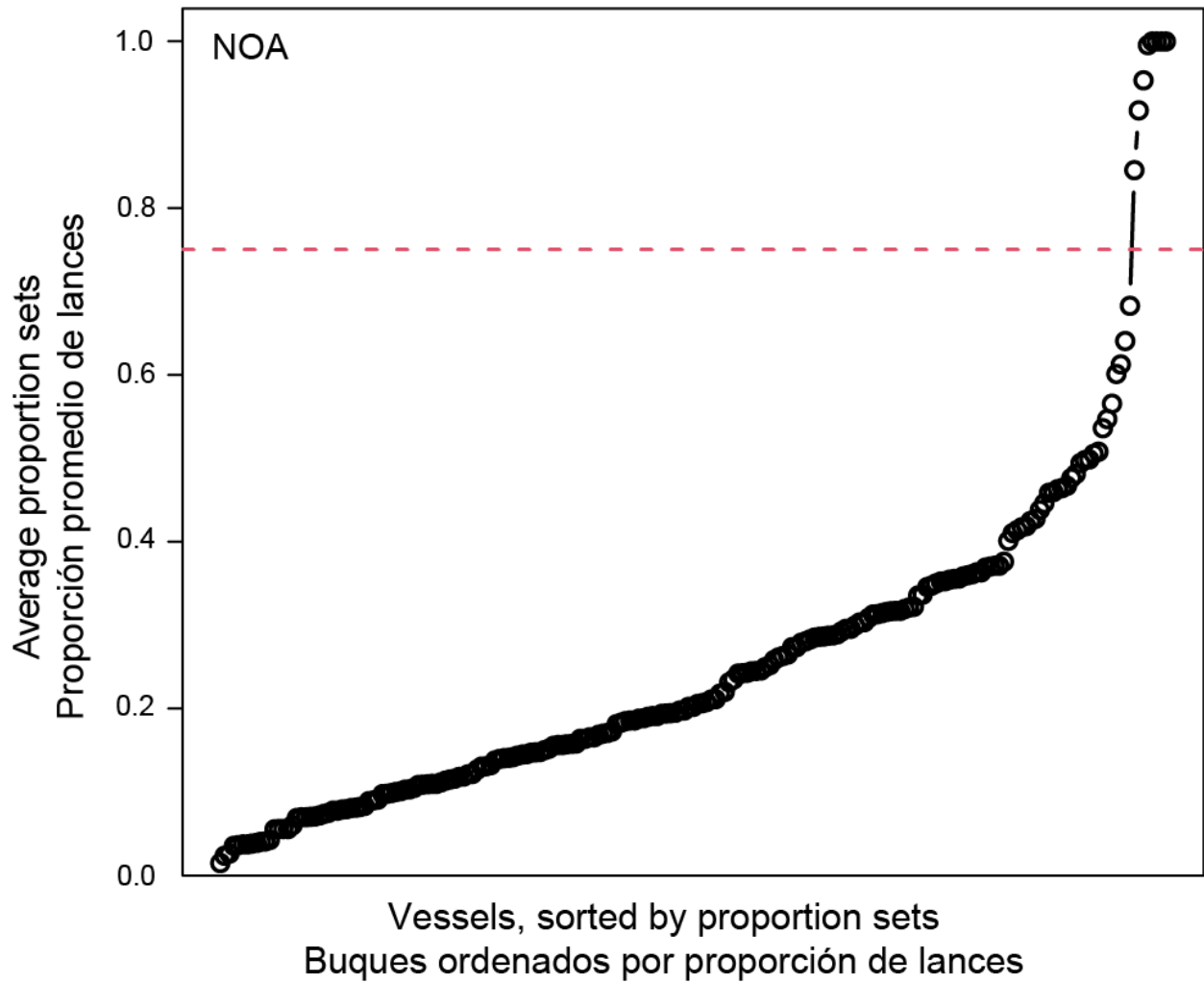


Figure 1. Plot of the average proportion of NOA sets for each vessel, ordered by the proportion.
Figura 1. Gráfica de la proporción promedio de lances NOA para cada buque, ordenados por la proporción.

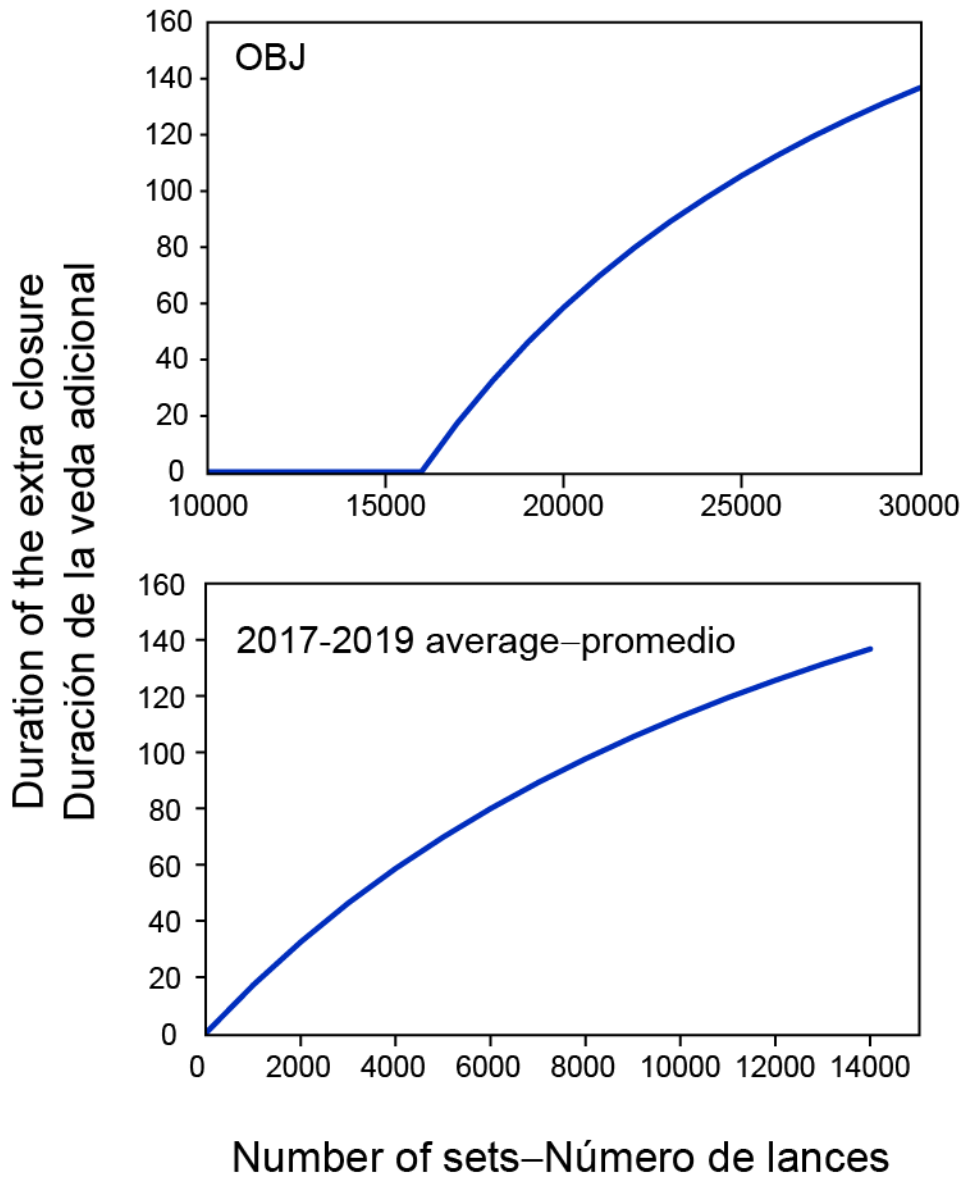


Figure 2. The duration of the extended temporal closure (in days) for a given number of OBJ sets (upper) or number of OBJ sets above the 2017-2019 average, *status quo* (lower).

Figura 2. La duración de la veda temporal extendida (en días) para un número determinado de lances OBJ (arriba) o número de lances OBJ por encima del promedio de 2017-2019, *statu quo* (abajo).

ANEXO A. MEJOR ESTIMACIÓN CIENTÍFICA (BSE) DEL NÚMERO TOTAL ANUAL DE LANCES SOBRE OBJETOS FLOTANTES

En esta sección se describe una visión general de la metodología para la mejor estimación científica (BSE) del número total anual de lances OBJ. Los detalles estadísticos de la metodología se pueden encontrar en el [Anexo B](#) y los enfoques relacionados se describen en Lennert-Cody y Berk (2007) y Lennert-Cody *et al.* (2013).

Existen dos fuentes primarias de datos que se pueden utilizar para obtener una estimación del número de lances OBJ para la flota cerquera: 1) datos de observadores y 2) bitácoras. Los datos de observadores se consideran más fiables y contienen más información que los datos de bitácora. Los datos de observadores están disponibles para viajes de todos los buques de clase 6 y para viajes de un número limitado de buques de clases 1-5; los datos de bitácora están a menudo disponibles para los buques de clases 1-5 que no llevan un observador. La tasa de notificación ha sido alta en los últimos años ([SAC-08-06a](#)) pero no del 100%. Los datos de bitácora solo se utilizarán cuando no se disponga de datos de observadores.

Si no hay ningún informe erróneo del tipo de lance, el número total de lances OBJ por un año sería la suma del número de lances OBJ reportados por observadores más el número de lances OBJ reportados en bitácoras de viajes sin observadores, ajustado para cobertura en caso necesario (por ejemplo, para cualquier viaje de buques de clases 1-5 sin observadores para los cuales no se presentaron bitácoras al personal de la CIAT). Sin embargo, existe la preocupación de que ocurran informes erróneos de tipos de lances si se implementa una medida de ordenación basada en el número de lances OBJ. Por lo tanto, antes de que se pueda contar el número de lances por tipo de lance, es necesario filtrar los datos y corregir por cualquier tipo de lance reportado erróneamente (es decir, aquellos casos en los que se determina que el tipo de lance reportado es inexacto).

La metodología BSE puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Construir un algoritmo de clasificación de tipo de lance utilizando un conjunto de datos de aprendizaje e información sobre la composición de la captura, las características operacionales y los factores ambientales.
2. Utilizando el algoritmo del Paso (1), predecir el tipo de lance de cada lance en los datos que se van a filtrar.
3. Evaluar la evidencia de informes erróneos de tipo de lance y, si hay evidencias sólidas de informes erróneos, corregir el tipo de lance de cualquier lance que se reportó como DEL o NOA pero que se predijo como OBJ.
4. Sumar el número de lances OBJ (utilizando los tipos de lances corregidos cuando proceda) y ajustar para cobertura, si es necesario, para obtener la BSE.
5. Estimar un intervalo de confianza del 95% aproximado para la BSE de lances OBJ.

En el Paso (1), se construirán algoritmos de clasificación de tipo de lance separados para cada una de las dos fuentes de datos porque contienen información diferente. En particular, los datos de bitácora tienen poca o ninguna información sobre la captura incidental, ninguna información sobre la composición por talla y menos información sobre las características operacionales, en comparación con los datos de observadores. Se pueden construir algoritmos de clasificación separados para los datos de observadores de buques de clase 6 y de buques de clases 1-5 para evitar cualquier posible sesgo, el cual se podría producir si no se capturan en su totalidad las diferencias en cuanto a prácticas pesqueras entre las dos categorías de clase de capacidad de buques en la información disponible sobre las características operacionales.

Las tasas de error de clasificación de los algoritmos que se construirán en el Paso (1) podrían verse influenciadas por varios factores, incluyendo el periodo de tiempo seleccionado para los datos de aprendizaje y la riqueza de la información de la fuente de datos. Para el Paso (1), los algoritmos de clasificación

de tipo de lance para analizar datos de los años 2021-2023 se construirán utilizando datos de 2017-2019 para tratar de asegurar que las prácticas pesqueras en los datos de aprendizaje sean lo más similares posible a los datos que se están filtrando. Sin embargo, los datos de 2010-2016 también se utilizarán en el Paso (3) para evaluar la fuerza de la evidencia de informes erróneos (ver [Anexo B](#)). Para minimizar la introducción de sesgo debido a cualquier anomalía en el comportamiento de la pesca o en la cobertura por observadores como resultado de la pandemia de COVID-19, los datos de 2020 no se utilizarán en el análisis. En lo que respecta a la riqueza de la información, el algoritmo de clasificación de tipo de lance desarrollado utilizando datos de bitácora puede tener tasas más altas de error de clasificación, incluso en ausencia de informes erróneos debido a la limitada información disponible en esa fuente de datos sobre la composición de la captura y las características operacionales, como se ha señalado anteriormente.

Para determinar si el *statu quo* se mantuvo en un año determinado (por ejemplo, 2021), el número promedio de lances OBJ para 2017-2019 se comparará con el intervalo de confianza para la BSE. Si el promedio cae fuera del intervalo de confianza de la BSE, la regla de control será evaluada.

ANEXO B. DETALLES ESTADÍSTICOS DE LA METODOLOGÍA BSE

En este anexo se describen los detalles estadísticos de cada uno de los pasos en la metodología BSE ([Anexo A](#)). Además, se proporcionan ejemplos que utilizan datos de observadores para los pasos (1)-(2) del Anexo A para ilustrar el enfoque de bosques aleatorios (*random forest*) para la clasificación de tipo de lance.

Algoritmo de clasificación de tipo de lance

Para el Paso (1) de la metodología BSE ([Anexo A](#)), se construirá un algoritmo de clasificación de tres clases para predecir el tipo de lance (DEL, NOA, OBJ) utilizando el método de aprendizaje automático de bosques aleatorios (Breiman 2001) con base en la información disponible en los datos de observadores (bitácora). La técnica de bosques aleatorios es una extensión de los árboles de clasificación y regresión clásicos (CART, por sus siglas en inglés; Breiman *et al.* 1984). Los bosques aleatorios generan predicciones basadas en una gran colección de árboles (un ‘bosque’) en lugar de un árbol único como en los árboles de clasificación y regresión y ha demostrado ser un mejor método en comparación con otros métodos de clasificación para muchos problemas (Breiman 2001). Cada uno de los árboles en el bosque se construye sobre una muestra *bootstrap* de los datos originales. La variable de respuesta para el algoritmo de clasificación es el tipo de lance. Las predicciones de un algoritmo de bosques aleatorios para nuevos datos se obtienen de la proporción de árboles en el bosque que predijo cada tipo de lance. La regla de ‘voto mayoritario’ se utilizará para este propósito. Es decir, el tipo de lance predicho asignado a un lance será el tipo de lance que recibió la mayor proporción de ‘votos’ de los árboles en el bosque. Por ejemplo, si el 60% de los árboles en el bosque predijo que el tipo de lance debería ser OBJ, el 30% predijo NOA y el 10% DEL, el tipo de lance predicho del bosque sería OBJ. Cuanto mayor sea la proporción de árboles en el bosque que predice OBJ, más sólida es la evidencia para la predicción de bosques de OBJ; por ejemplo, una predicción OBJ del 95% de los árboles en el bosque es más convincente que una del 60% de los árboles en el bosque.

Para ilustrar el uso de bosques aleatorios para la clasificación de tipo de lance, la metodología se aplicó a datos de observadores de buques de clase 6 para el periodo 2010-2019. Los predictores utilizados incluyeron información sobre las características operacionales, la composición de la captura y la captura incidental, y algunos factores ambientales (en el algoritmo se incluyeron 20 predictores en total). Para cada año, se construyó un algoritmo de clasificación sobre los datos de ese año. Los tipos de lances predichos se asignaron con base en la regla de voto mayoritario. La tasa de error de clasificación para el bosque ([Tabla B.1](#)) se evalúa utilizando las predicciones de cada uno de los árboles en el bosque sobre datos que no se utilizaron para construir el árbol en particular (es decir, estos son errores de pronóstico, basados en los datos “*out-of-bag*”). Como se indica en la Tabla B.1, los algoritmos anuales funcionan razonablemente bien, particularmente para los lances DEL y OBJ. Los resultados en la Tabla B.1 también muestran que las tasas de error son bastante estables durante el periodo 2010–2019; esto sugiere que, en ausencia de eventos que podrían fomentar informes erróneos, no se esperarían fluctuaciones grandes de año en año en el desempeño de los algoritmos. Cabe destacar, como se explica a continuación, que estas tasas de error no pasan directamente a la implementación del cálculo de BSE y que es probable que las tasas de error del algoritmo de clasificación de BSE para los datos de observadores sean menores porque la información sobre la composición por talla de la captura y la captura incidental y los factores ambientales adicionales se incluirán como predictores. Además, como se ha señalado anteriormente, no se prevé que el algoritmo de clasificación de tipo de lance construido sobre los datos de bitácora funcione tan bien debido a la información limitada disponible en esa fuente de datos.

Table B.1. Misclassification error rates (proportion of sets misclassified) from random forest set type classification algorithms developed using Class-6 observer data, by year.

Tabla B.1. Tasas de error de clasificación (proporción de lances clasificados erróneamente) de los algoritmos de clasificación de bosques aleatorios de tipo de lance desarrollados a partir de datos de observadores de clase 6, por año.

Año	DEL	NOA	OBJ
2010	0.037	0.110	0.031
2011	0.020	0.091	0.039
2012	0.023	0.088	0.047
2013	0.022	0.115	0.048
2014	0.023	0.109	0.047
2015	0.022	0.109	0.056
2016	0.025	0.141	0.046
2017	0.020	0.116	0.047
2018	0.017	0.106	0.050
2019	0.011	0.065	0.040
Promedio	0.022	0.105	0.045

Resultados de interés del algoritmo de clasificación

Para investigar los informes erróneos, los resultados del algoritmo de clasificación que son de interés son los lances para los que el tipo de lance reportado fue DEL o NOA pero el tipo de lance predicho fue OBJ. Las tasas en las que esto sucede para un conjunto de datos se obtienen de la tabla de ‘confusión’. En el caso de un algoritmo de clasificación de tres clases, la tabla de confusión muestra el número de lances para cada una de las 9 combinaciones de tipos de lances reportados y predichos. Para ilustrar esto, se construyó un algoritmo de clasificación de tipo de lance (idéntico a los utilizados para la [Tabla B.1](#)) sobre los datos agrupados del periodo 2017–2019, que son los tres años que se utilizarán como el conjunto de datos de aprendizaje para la BSE (ver el Anexo A). La tabla de confusión ([Tabla B.2](#)) muestra que, como se esperaría de la [Tabla B.1](#), el tipo de lance de la mayoría de los lances se predice correctamente. Los dos resultados de clasificación errónea que son de interés, con respecto a la identificación futura de informes erróneos, son el porcentaje de lances DEL que se clasificaron incorrectamente como OBJ (0.21%) y el porcentaje de lances NOA que se clasificaron incorrectamente como OBJ (3.7%). Estos porcentajes se denominarán P_D y P_N , respectivamente. Estos valores se consideran la ‘base’; es decir, en ausencia de informes erróneos, P_D y P_N representan los porcentajes de los lances DEL y NOA, respectivamente, clasificados erróneamente como OBJ. Como se ha señalado anteriormente, es probable que el desempeño del algoritmo para los datos de observadores mejorará una vez que se incluyan los predictores adicionales.

Para el Paso (2) (Anexo A), se creará una tabla de confusión como la que se muestra en la [Tabla B.2](#) para los datos de 2021 (o 2022 o 2023) utilizando el algoritmo de clasificación de tipo de lance construido con

datos de 2017-2019. De interés son las diferencias entre los porcentajes en la tabla de confusión de 2021, P_D^* y P_N^* , y P_D y P_N de la tabla de confusión de 2017-2019:

$$\Delta_D = P_D^* - P_D$$

$$\Delta_N = P_N^* - P_N$$

Si Δ_D y Δ_N son mayores que cero, se tomarán como el porcentaje estimado de clasificaciones erróneas que en efecto se podría deber a informes erróneos. Sin embargo, antes de concluir que los tipos de lance deben corregirse, se evaluará la variabilidad interanual en Δ_D y Δ_N , en ausencia de informes erróneos. Esto se debe a que es posible que los cambios en las estrategias de pesca entre años no capturados por los predictores utilizados en el algoritmo puedan conducir a valores positivos de Δ_D y Δ_N , incluso cuando no se esté reportando erróneamente. Cabe destacar que P_D , P_D^* , y Δ_D solo aplican a los datos de clase 6.

Table B2. (a): Confusion table showing the number of sets for 2017–2019 that were correctly classified (diagonal entries) and incorrectly classified (off-diagonal entries), and the overall misclassification error for each set type. (b): The same (without the error column), but where numbers have been converted to percent. As an example of how to interpret the values in (b), the percent of DEL sets that were incorrectly classified as OBJ is $0.21\% = 100 \times (58 / (27756 + 370 + 58))$. Rows in table (b) sum to 100% (except as a result of rounding).

Tabla B2. (a): Tabla de confusión que muestra el número de lances para el periodo 2017–2019 que fueron clasificados correctamente (entradas diagonales) y clasificados incorrectamente (entradas no diagonales) y el error de clasificación general para cada tipo de lance. (b): Lo mismo (sin la columna de error) pero donde los números se han convertido a porcentajes. Un ejemplo de cómo interpretar los valores en (b), el porcentaje de lances DEL que se clasificaron incorrectamente como OBJ es $0.21\% = 100 \times (58 / (27756 + 370 + 58))$. Las filas en la tabla (b) suman el 100% (excepto como resultado del redondeo).

a)

		Tipo de lance predicho			Error de clasificación
		DEL	NOA	OBJ	
Tipo de lance reportado	DEL	27756	370	58	0.015
	NOA	879	13356	543	0.096
	OBJ	171	1335	31536	0.045

b)

		Tipo de lance predicho		
		DEL	NOA	OBJ
Tipo de lance reportado	DEL	98.48%	1.31%	0.21%
	NOA	5.95%	90.38%	3.7%
	OBJ	0.52%	4.04%	95.44%

Evaluando la fuerza de la evidencia de informes erróneos

Para evaluar la fuerza de la evidencia de informes erróneos (Paso (3) del Anexo A) en los datos de observadores (bitácora) se realizará una simulación con los datos de 2010–2019, años en los que no se espera que haya informes erróneos de los tipos de lance. La simulación se utilizará para generar distribuciones de los valores de Δ_D y Δ_N que serían anticipados en ausencia de informes erróneos. La simulación tendrá los siguientes pasos:

- i) Seleccionar una de las 120 combinaciones únicas de 3 años de 2010–2019 para que sean los datos de aprendizaje y crear un algoritmo de clasificación con este conjunto de datos;
- ii) Utilizar los datos de cada uno de los otros 7 años, calcular Δ_{D_i} y Δ_{N_i} para cada año;
- iii) Repetir los pasos (i)-(ii) para los 119 posibles conjuntos de datos de aprendizaje de 3 años;
- iv) Determinar los valores máximos de cada una de las colecciones $\{\Delta_{D_i}\}$ y $\{\Delta_{N_i}\}$.
- v) Si Δ_D o Δ_N para 2021 (o 2022 o 2023) rebasan el máximo correspondiente del Paso (iv), concluir que hay evidencia sólida de informes erróneos de lances OBJ como DEL y/o OBJ como NOA.

Cálculo de la BSE

Si se identifica evidencia sólida de informes erróneos para cualquier fuente de datos, la BSE para el número de lances OBJ (Paso (4) del Anexo A) se calculará de la siguiente manera:

BSE = número de lances OBJ de los datos de observadores que se determinó que fueron reportados correctamente +

$(\Delta_{D_observador}/100)$ x número de lances reportados por observadores como DEL pero predichos como OBJ (si se encuentra evidencia sólida de informes erróneos de lances DEL por observadores en el Paso (3)) +

$(\Delta_{N_observador}/100)$ x número de lances reportados por observadores como NOA pero predichos como OBJ (si se encuentra evidencia sólida de informes erróneos de lances NOA por observadores en el Paso (3)) +

número de lances OBJ de los datos de bitácora (viajes sin observadores) que se determinó que fueron reportados correctamente +

$(\Delta_{N_bitácora}/100)$ x número de lances reportados en bitácoras (viajes sin observadores) como NOA pero predichos como OBJ (si se encuentra evidencia sólida de informes erróneos de lances NOA en bitácoras en el Paso (3))

Intervalos de confianza para la BSE

Suponiendo que se identificó evidencia sólida de tipos de lances reportados erróneamente en al menos una de las dos fuentes de datos (observadores, bitácoras), la BSE incluirá conteos de los tipos de lances corregidos y, por lo tanto, se debe calcular un intervalo de confianza para la BSE (Paso (5) del Anexo A) para determinar si se ha rebasado el *statu quo*. Se calculará un intervalo de confianza para la BSE utilizando el método percentil *bootstrap* (Efron 1982). Este procedimiento tendrá los siguientes pasos:

- i) Generar 1000 conjuntos de datos *bootstrap* de los datos de observadores de 2021 (o 2022 o 2023);
- ii) Para cada uno de los conjuntos de datos *bootstrap*, calcular el componente de observadores de la BSE (ver arriba);
- iii) Repetir los pasos (i)-(ii) para los datos de bitácora;
- iv) Al sumar los pares de estimaciones de los Pasos (ii)-(iii), se generarán 1000 estimaciones *bootstrap* de la BSE;

- v) El intervalo de confianza del 95% aproximado para la BSE son los percentiles 0.025 y 0.975 de la distribución de las 1000 estimaciones *bootstrap* de la BSE.

Si los recursos informáticos lo permiten, se generarán varios miles, o más, de estimaciones *bootstrap* de la BSE en lugar de 1000. El algoritmo de bosques aleatorios para los datos agrupados de 2017-2019 tardó aproximadamente 30 minutos en ejecutarse en una computadora, lo que sugiere que la generación de 1000 estimaciones *bootstrap* de la BSE requerirá un tiempo de cálculo de tres semanas en una computadora.

REFERENCIAS

- Breiman, L., J. H. Friedman, R. A. Olshen and C. J. Stone. 1984. Classification and regression trees. Wadsworth, Belmont, CA.
- Breiman, L. 2001. Random forests. *Machine Learning* 45: 5–32.
- Efron, B. 1982. The Jackknife, the Bootstrap and Other Resampling Plans. SIAM #38. 92 pp. CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics. Philadelphia, PA: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Lennert-Cody, C.E., Berk, R.A. 2007. Statistical learning procedures for monitoring regulatory compliance: An application to fisheries data. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*. 170, Part 3: 671-689.
- Lennert-Cody, C.E., Rusin, J.D., Maunder, M.N. Everett, E.H., Largacha Delgado, E.D., Tomlinson, P.K. 2013. Studying purse-seiner fishing behavior with tuna catch data: implications for eastern Pacific Ocean dolphin conservation. *Marine Mammal Science* 29: 643-668.