

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

15ª REUNIÓN

La Jolla, California, EE. UU.

10-14 de junio de 2024

DOCUMENTO SAC-15 INF-M

IMPACTOS DEL CORRALITO EN LAS PESQUERÍAS Y LOS ECOSISTEMAS DEL OCEANO PACÍFICO ORIENTAL

Dan Ovando, Jon Lopez, Mark Maunder, Cleridy Lennert-Cody y Alexandre Aires-da-Silva

ÍNDICE

Resumen ejecutivo.....	1
1. Antecedentes.....	2
1.1. Teoría de los impactos del corralito .....	3
1.2. Objetivos.....	3
2. Métodos.....	4
2.1. Datos.....	4
2.2. Análisis predictivos .....	5
2.3. Análisis empíricos .....	6
2.3.1. Estimación no paramétrica de los efectos del corralito sobre la captura.....	6
2.3.2. Estimación basada en regresiones de los efectos del corralito sobre la captura .....	7
2.3.3. Análisis adicionales.....	7
3. Resultados .....	8
3.1. Análisis predictivos .....	8
3.2. Análisis empíricos .....	8
3.2.1. Estimación no paramétrica de los efectos del corralito sobre la captura.....	9
3.2.2. Estimación basada en regresiones de los efectos del corralito sobre la captura .....	9
3.3. Análisis adicionales.....	10
3.3.1. Efectos del corralito en la talla promedio .....	10
3.3.2. Evidencias de acumulación de biomasa dentro del corralito .....	10
3.3.3. Evidencias de desbordamiento del corralito.....	11
3.3.4. Otros taxones vulnerables en el corralito .....	11
3.3.5. Puntos críticos de conservación de bet .....	11
4. Discussion .....	12
5. Referencias .....	12

RESUMEN EJECUTIVO

La CIAT ha utilizado una veda espaciotemporal conocida como el “corralito” como parte de su paquete de medidas de conservación y ordenación durante muchos años ([Tabla 1](#), [Figura 1](#)). El corralito ha estado en la misma ubicación desde 2009, pero las fechas exactas de la veda han variado ligeramente, del 29 de septiembre al 29 de octubre (de 2009 a 2016), al 9 de octubre al 8 de noviembre (de 2017 a 2024). En respuesta a una solicitud de la resolución C-21-04, el personal de la CIAT evaluó evidencias de los efectos

de la veda espaciotemporal conocida como el “corralito” sobre una serie de elementos de la pesquería cerquera en el Océano Pacífico oriental (OPO), con un enfoque en la estructura del corralito definida en la resolución [C-21-04](#).

En este estudio se realizó un análisis "predictivo" similar a los métodos descritos en [IATTC-77-04 REV \(Sección 3.1\)](#) a partir de datos de 1996 a 2008, excluyendo 2003, (años en los que el corralito no estuvo activo) para predecir qué cambio en la captura podría haber ocurrido si se hubiera aplicado el corralito en esos años, con base en la captura, esfuerzo y CPUE dentro y en áreas fuera del corralito. Este análisis predictivo estimó que, con base en los supuestos y las condiciones de estos años sin el corralito, el corralito reduciría en general las capturas anuales de patudo (BET) y barrilete (SKJ), respectivamente, mientras que tendría impactos variables a ligeramente positivos en las capturas de aleta amarilla (YFT). El cambio promedio en la captura total anual atribuido al corralito por este análisis predictivo fue consistentemente entre  $\pm 2.5\%$ . Este análisis predictivo arrojó resultados similares a los presentados en el documento [SAC-05-16](#), proyectándose que el corralito equivaldría en promedio a aproximadamente tres días de veda para el BET, un día para el SKJ y ningún día para el YFT. Sin embargo, estas cifras variaron considerablemente de un año a otro, oscilando entre más de 10 días de veda para el BET en algunos años y tres días adicionales de pesca en otros ([Figura 3](#)).

Se utilizaron datos de 1996 a 2023 para intentar estimar los efectos empíricos del corralito durante los años y periodos en los que estuvo activo ([Sección 3.2](#)). Se examinaron los impactos potenciales sobre la captura, el esfuerzo, la CPUE, la talla promedio de los atunes tropicales y las capturas de tiburones y otros taxones vulnerables no objetivo. Este análisis no encontró señales positivas o negativas claras o consistentes del corralito en ninguna de estas métricas. La falta de una señal empírica clara del corralito es consistente con el hallazgo de que, con base en datos históricos, se predeciría que el corralito tendría resultados pequeños y altamente variables, lo que dificultaría la detección de cualquier efecto en un sistema socioecológico dinámico como el OPO. En el documento [IATTC-77-04 REV](#) también se predijo que el corralito tendría un impacto pequeño. La falta de una señal empírica clara en los datos es consistente con el desempeño esperado de esta medida de ordenación. El trabajo futuro debería complementar los análisis predictivos y empíricos presentados en el presente documento con modelos estructurales que simulen la dinámica de los peces y las flotas pesqueras en el tiempo y el espacio y en reacción a medidas de ordenación como el corralito.

## 1. ANTECEDENTES

La CIAT ha utilizado una veda espaciotemporal conocida como el “corralito” como parte de su paquete de medidas de conservación y ordenación durante muchos años ([Tabla 1](#), [Figura 1](#)). Cabe señalar que una “zona de veda” espacial anterior fue establecida por la resolución [C-03-12](#) en 2003; el corralito, tal como se conoce hoy en día, ha estado en la misma ubicación desde 2009, pero las fechas exactas de la veda han variado ligeramente, del 29 de septiembre al 29 de octubre (de 2009 a 2016), al 9 de octubre al 8 de noviembre (de 2017 a 2024).

El texto de la resolución [C-21-04](#), concretamente en su párrafo 12, establece lo siguiente:

*“La pesca de los atunes aleta amarilla, patudo y barrilete por buques cerqueros dentro del área de 96° y 110°O y entre 4°N y 3°S, conocida como el “corralito” ... será vedada desde las 00:00 horas del 9 de octubre hasta las 24:00 horas del 8 de noviembre”.*

El párrafo 1 de la resolución [C-21-04](#) establece que:

*“Las presentes medidas son aplicables a los buques de cerco de todos los CPC de clase de capacidad de la CIAT 4 a 6 (más de 182 toneladas métricas de capacidad de acarreo), y a todos sus buques de palangre de*

más de 24 metros de eslora total, que pesquen atunes aleta amarilla, patudo y barrilete en el Área de la Convención”.

Dado que la resolución C-21-04 expirará a finales de 2024, la Comisión considerará la adopción de un nuevo paquete de medidas de conservación y ordenación para los atunes tropicales en su 102ª reunión anual en septiembre de 2024. Si se adopta, se espera que la nueva resolución entre en vigor a principios de 2025. Como contribución a las próximas discusiones sobre las nuevas medidas de conservación y ordenación, y conforme a lo solicitado por la resolución C-21-04, el presente documento presenta una evaluación llevada a cabo por el personal científico de la CIAT de la evidencia de impactos del corralito sobre varias métricas relacionadas con la captura y las poblaciones de atunes tropicales y otras especies no objetivo, incluyendo tiburones y otros taxones vulnerables, dentro del Área de la Convención de la CIAT. Este trabajo se basa en, y amplía, los análisis previos realizados por el personal sobre el papel de las vedas espaciales en la ordenación de los atunes tropicales descritos en el documento [SAC-12 INF-B](#).

### 1.1. Teoría de los impactos del corralito

Las vedas espaciales pueden afectar a los peces y a las pesquerías de muchas formas, tanto directas e indirectas (Hilborn *et al.* 2004; Gaines *et al.* 2010; Ovando *et al.* 2023). El impacto más claro de una veda espacial totalmente implementada es la pérdida de las capturas que se hubieran producido dentro de la veda si hubiera estado abierta a la pesca. Estas pérdidas inmediatas pueden verse compensadas en cierta medida por la redistribución del esfuerzo de pesca desde el interior del área vedada hacia el exterior, siendo el impacto neto sobre la captura total una función de la cantidad de captura perdida dentro de la zona de veda en relación con la captura ganada como resultado de la redistribución del esfuerzo fuera de la zona de veda. Es posible que el efecto neto sobre la captura y la población capturada también se vea afectado por las diferencias en la selectividad de la población (el efecto acumulativo de la disponibilidad de especies y la selectividad de contacto de las artes de pesca) en el espacio y el tiempo, por ejemplo si el esfuerzo se desplaza de un área con peces más pequeños a otra con peces más grandes.

La reducción de la captura dentro de la zona de veda puede dar lugar a un aumento de la biomasa dentro del área vedada, ya sea a través de crecimiento somático o reclutamiento local, y el grado en que esto ocurra está en función del tamaño y la duración de la veda en relación con la biología y la dinámica de desplazamiento de la especie en cuestión. La veda también podría afectar a las poblaciones de peces fuera de la zona de veda a través del desbordamiento (*spillover*) de peces en diversas etapas de la vida desde el interior del área vedada hacia el exterior, así como a través del desplazamiento del esfuerzo de pesca hacia los demás caladeros (Gaines *et al.* 2010). En resumen, los impactos más inmediatos que se esperan de una veda espacial como el corralito son un cambio en los atributos de la captura durante los periodos de veda. Esos cambios en la captura podrían tener impactos a corto y largo plazo en la población a lo largo del tiempo, tanto dentro como fuera del área vedada.

### 1.2. Objetivos

Los objetivos de este estudio son:

1. Actualizar los impactos predichos del corralito sobre las capturas de atunes tropicales presentados por primera vez en el documento [IATTC-77-04 REV](#) ([Sección 3.1](#)).
2. Evaluar las evidencias empíricas de los impactos del corralito sobre las capturas de atunes tropicales ([Sección 3.2](#)).
3. Evaluar los impactos potenciales del corralito sobre otras especies de interés como tiburones, rayas y tortugas marinas ([Sección 3.3](#)).

## 2. MÉTODOS

En este análisis se utilizaron diversos métodos para determinar qué efectos del corralito son evidentes en los datos del OPO, si es que los hay. Los resultados se enfocan en los impactos sobre las especies de atunes tropicales: barrilete (*Katsuwonus pelamis*, SKJ), aleta amarilla (*Thunnus albacares*, YFT), y patudo (*Thunnus obesus*, BET). Evaluar el impacto de una medida como el corralito es difícil, ya que su implementación ha coincidido con numerosos cambios ambientales, económicos y políticos. Por lo tanto, es necesario considerar hasta qué medida los cambios observados cuando el corralito está en vigor reflejan los impactos de la propia medida o algún otro factor, como cambios ambientales más amplios, cambios exógenos en la estrategia de pesca u otros reglamentos nacionales e internacionales.

En el presente estudio se realizaron dos análisis cuantitativos: i) predictivos y ii) empíricos. Para la sección sobre los análisis predictivos ([Sección 3.1](#)), se generó una predicción de la magnitud y dirección de los impactos del corralito sobre la captura con base en patrones de captura y esfuerzo durante años en los que el corralito estuvo inactivo, similar al método aplicado por el personal en el documento [IATTC-77-04 REV](#). Para el enfoque empírico ([Sección 3.2](#)), se utilizó una variedad de métodos cuasiexperimentales para explorar evidencias de los impactos del corralito durante los años en los que ha estado activo, incluyendo la comparación de varios índices durante el periodo del corralito con sus valores en periodos debidamente emparejados en los que el corralito no estuvo activo (es decir, las capturas durante octubre en años con el corralito en relación con las capturas en octubre en años sin el corralito), controlando, en la medida de lo posible, las tendencias temporales más amplias.

Además de estos dos análisis cuantitativos, también se realizaron una serie de análisis más cualitativos y visuales de factores como la identificación de posibles puntos críticos de conservación de BET en el tiempo y el espacio, los efectos del corralito en la talla promedio del BET capturado en la pesquería de cerco, evidencias de la acumulación de biomasa dentro del corralito y el desbordamiento de esa biomasa fuera del corralito, y la contribución del área del corralito a las capturas de tiburones y otros taxones vulnerables de interés.

### 2.1. Datos

La principal base de datos utilizada en el presente estudio es la base de datos de los Informes Diarios (DAR, por sus siglas en inglés). Estos informes proporcionan registros de las capturas por lance de las tres especies de atunes tropicales (barrilete, aleta amarilla y patudo), así como metadatos relacionados con las operaciones de pesca (por ejemplo, fecha y ubicación del lance) proporcionados por los observadores a bordo y complementados, en su ausencia, con las bitácoras. Los datos de la base de datos de los Informes Diarios no son un registro completo de todas las capturas que se producen en la región (omiten, por ejemplo, los datos de las pesquerías de palangre), pero proporcionan una buena cobertura de los buques de cerco de clases 4-6 directamente afectados por el corralito. La información sobre la distribución espaciotemporal de las tallas de los atunes tropicales se obtuvo a partir de datos de mejor estimación científica (BSE, por sus siglas en inglés), que indican el número y el peso de las capturas por especie, método de pesca, año, mes, ubicación general (cuadrícula de 5 x 5 grados) e intervalo de talla. Se utilizaron los datos de BSE para los buques cerqueros grandes que pescan sobre objetos flotantes y se calculó la talla promedio de los peces capturados por especie, año y mes. Posteriormente, se clasificó cada año en función de si el corralito estuvo activo en ese año. Los datos espaciotemporales de las capturas de especies distintas del atún se obtuvieron a partir de los datos recolectados por observadores en buques cerqueros de clase 6.

## 2.2. Análisis predictivos

En el documento [IATTC-77-04 REV](#) se describen los métodos originales utilizados para predecir los impactos potenciales del corralito sobre las capturas de atunes tropicales, siendo la ecuación modificada de dicho informe:

$$C_R = C_{total} - C_{adentro} + CPUE_{afuera}E_{adentro} \quad (1)$$

Donde  $C_R$  es la nueva captura total predicha con el corralito,  $C_{total}$  es la captura observada en un año dado,  $C_{adentro}$  es la captura observada dentro del corralito,  $CPUE_{afuera}$  es la CPUE fuera del corralito pero al sur de 10°N (bajo el supuesto de que el esfuerzo desplazado no se movería al área de la pesquería sobre delfines más al norte), y  $E_{adentro}$  es el esfuerzo cerquero observado dentro del corralito durante el periodo de veda propuesto.

Se modificaron ligeramente los métodos de la [Ecuación 1](#) para proporcionar una predicción actualizada de los impactos del corralito moderno (2009-2023) sobre las capturas de atunes tropicales con base en los años en los que el corralito nunca estuvo activo (1996-2002 y 2004-2008, teniendo en cuenta que en 2004 se utilizó una veda alternativa al corralito), un conjunto de años que se denota como  $\iota$ . En este informe, para todos los años en  $\iota$  se supuso que:

1. Toda la captura dentro del área y el periodo del corralito más reciente (del 9 de octubre al 8 de noviembre) se pierde cada año.
2. El esfuerzo de cada tipo de lance  $j$  (lances sobre objetos flotantes, no asociados y sobre delfines) que se produjo dentro del corralito se desplaza fuera del corralito en proporción al número de lances del tipo de arte  $j$  de los buques que históricamente utilizaron el área del corralito, restringiendo esta redistribución a áreas al sur de 10°N.
3. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en las áreas desplazadas no se ve afectada por el esfuerzo desplazado ni por el desbordamiento biológico del corralito.

Para  $y \in \iota$ , estos supuestos pueden expresarse como:

$$E_{y,j}^* = \sum_{l \in \theta} E_{y,j,l} \quad (2)$$

$$P_{y,j,l} = \frac{E_{y,j,l}}{\sum_{l \notin \theta} E_{y,j,l}}, l \notin \theta \quad (3)$$

$$C_{s,y,j}^* = \sum_{l \notin \theta} (C_{s,y,j,l} + CPUE_{s,y,j,l} P_{y,j,l} E_{y,j}^*) \quad (4)$$

$$\Delta C_{s,y} = \sum_j C_{s,y,j}^* - C_{s,y,j} \quad (5)$$

Donde  $C$  es la captura de la especie  $s$  en el año  $y$  para el tipo de lance  $j$  en la ubicación  $l$ ,  $CPUE$  es la captura por unidad de esfuerzo,  $P$  es la proporción del esfuerzo del tipo de lance  $j$  en la ubicación  $l$  fuera del corralito para los buques que históricamente utilizaron el corralito,  $E^*$  es el esfuerzo total del tipo de lance  $j$  que se produjo dentro del corralito en un año dado y  $\theta$  son las ubicaciones cubiertas por el corralito.  $C^*$  es la predicción actualizada de la captura total para una especie dada en un año fuera del corralito. El cambio neto en la captura puede entonces calcularse restando la captura observada de una especie dada (que incluye las capturas dentro del área del corralito) de esta predicción actualizada de la captura ([Ecuación 5](#)).

Posteriormente, se calculó el cambio porcentual en la captura tanto durante los periodos del corralito (es decir, qué diferencia se espera que haya en la captura durante el tiempo en el que el corralito está activo) como durante todo el año (es decir, cuánto se prevé que cambie la captura anual en los años con el corralito). Este enfoque proporciona una distribución de los impactos esperados del corralito durante cada uno de los años sin el corralito incluidos en nuestro análisis. Luego se aplicaron estos impactos predichos a los años en los que sí hubo corralito para generar una predicción de cuáles habrían sido las capturas de cada especie en ausencia del corralito. Para generar estas predicciones, se partió del supuesto simplificador de que los efectos del corralito estimados para cada año son independientes, se realizó un *bootstrapping* de esos valores y se aplicó a los años del corralito el efecto del mismo corralito muestreado aleatoriamente con base en estos datos históricos.

Análisis anteriores sugerían que se podía esperar que el corralito resultara en el equivalente de aproximadamente tres días de veda completa de la pesquería de cerco ([SAC-05-16](#)). Este análisis puede convertirse aproximadamente en unidades equivalentes calculando  $\kappa$ , la captura promedio por día  $d$  por especie por año durante los años sin el corralito ( $\iota$ ), y luego convirtiendo el cambio neto en la captura predicho por la [Ecuación 5](#) en días equivalentes promedio de veda por año por especie ( $\delta$ ):

$$\kappa_{s,y} = \frac{\sum_d^{D_y} C_{s,y,d}}{D_y} \quad (6)$$

$$\delta_{s,y} = \frac{\Delta C_{s,y}}{\kappa_{s,y}} \quad (7)$$

### 2.3. Análisis empíricos

Los análisis predictivos hacen una predicción de lo que hubiera ocurrido en los años con el corralito basándose únicamente en los datos de los años sin el corralito. El enfoque empírico toma los datos de los años con y sin el corralito, e intenta estimar empíricamente el efecto del corralito sobre los resultados observados durante los periodos en los que el corralito estuvo activo.

#### 2.3.1. Estimación no paramétrica de los efectos del corralito sobre la captura

Una dificultad para estimar el efecto del corralito sobre las capturas es que la veda ha estado en vigor aproximadamente en los mismos días del año, abarcando en gran parte el mes de octubre, desde 2009. Esto significa que no se pueden separar fácilmente los efectos del corralito de las tendencias generales de las capturas en octubre. Sin embargo, la [Figura 5](#) sugiere que, aunque no hay cambios obvios en las capturas que coincidan con el corralito, existen claras tendencias estacionales que parecen en general mantenerse entre los años con y sin el corralito. Estas tendencias estacionales están asociadas, al menos parcialmente, a los dos periodos de veda estacionales de la pesquería de cerco.

Aprovechando esta circunstancia, se desarrolló un enfoque empírico no paramétrico para estimar los cambios en las capturas de las especies de atunes tropicales durante el corralito. Se entrenó un modelo de bosques aleatorios para predecir la captura en función del año, el mes y el esfuerzo de pesca utilizando datos de meses en los que el corralito no estuvo activo. Luego se utilizó el modelo entrenado para predecir la captura de cada especie durante periodos en los que el corralito estuvo activo (que se excluyeron del entrenamiento del modelo). Este modelo proporciona una predicción contrafactual de lo que habrían sido las capturas durante los periodos en los que el corralito estuvo activo, basándose en las tendencias de las capturas en las fechas que rodean a la veda del corralito. Este enfoque parte del supuesto de que existen tendencias a corto (es decir, estacionales) y largo plazo (es decir, anuales a decadales) en las capturas alrededor de estos periodos de veda que pueden utilizarse para interpolar las capturas esperadas en el periodo de veda. Utilizando este enfoque, se puede examinar si las capturas observadas fueron

sistemáticamente más bajas de lo esperado en los meses del corralito en función de las tendencias más generales de los datos.

Se cuantificó la discrepancia entre los valores observados y los predichos definiendo en primer lugar los residuales  $r$  en el año  $y$ , mes  $m$  para la especie  $s$  como:

$$r_{y,m,s} = c_{y,m,s} - \widehat{c}_{y,m,s} \quad (8)$$

donde  $c$  es la captura observada y  $\hat{c}$  es la captura predicha por el modelo no paramétrico. En este marco, si el corralito diera lugar a una reducción de la captura con respecto a la tendencia, los residuales serían negativos, mientras que los residuales serían positivos si las capturas fueran superiores a las esperadas.

Se cuantificó esta diferencia ajustando un modelo aditivo generalizado (MAG) bayesiano para cada especie de la forma general:

$$residuales_{y,m,s} \sim \beta_0 + \beta_1 corralito_{y,m} + s(año_y) + s(mes_m) \quad (9)$$

El *corralito* en esta ecuación es la proporción de días de ese mes en los que el corralito estuvo activo. El término  $\beta_1$  describe la medida en que los residuales se desvían de los residuales esperados para esa especie en ese año y ese mes. Por lo tanto, si el corralito estuviera reduciendo las capturas de forma sistémica en relación con la tendencia predicha por el modelo, el coeficiente  $\beta_1$  sería significativamente inferior a cero.

### 2.3.2. Estimación basada en regresiones de los efectos del corralito sobre la captura

La ventaja del enfoque no paramétrico es que evita posibles confusiones entre el efecto del corralito y las tendencias estacionales generales en el mes aproximado de la veda (octubre) después de 2009. La desventaja es que requiere suponer que las tendencias en torno a la veda del corralito pueden utilizarse de forma fiable para interpolar las capturas durante el mes del corralito. Un enfoque alternativo consiste en ajustar un MAG de la forma general:

$$\log(captura_t) \sim \beta_0 + \beta_1 corralito_{y,m} + s(año_y) + s(mes_m) \quad (10)$$

En este modelo,  $\beta_1$  es la desviación estimada de las capturas mensuales en escala logarítmica (que es aproximadamente igual al cambio porcentual en la captura) cuando el corralito está activo en relación con las tendencias estacionales y a largo plazo sin el corralito. Este método supone que las tendencias de las capturas en octubre en los años sin el corralito son indicativas de lo que se habría observado en octubre en los años con el corralito si éste no hubiera estado activo. Un valor positivo de  $\beta_1$  indicaría que las capturas fueron sistemáticamente superiores a la tendencia estacional y anual cuando el corralito estuvo activo; un valor negativo indicaría capturas inferiores.

### 2.3.3. Análisis adicionales

Se realizaron análisis adicionales sobre factores más allá de los impactos del corralito en las capturas de atunes tropicales utilizando principalmente métodos visuales. Se graficaron varios parámetros, incluyendo la talla promedio de la captura, las densidades estimadas de biomasa y la captura por lance, en función del tiempo y/o la distancia al corralito, y se buscaron puntos de ruptura evidentes en los datos que pudieran ser consistentes con los efectos del corralito. También se analizó la distribución espaciotemporal de las capturas de BET y la abundancia estimada por separado y en relación con todos los atunes tropicales para identificar áreas y momentos de concentración importante de BET.

A fin de evaluar las evidencias de "desbordamiento" de biomasa desde el corralito hacia las aguas circundantes, se ajustó un MAG a las densidades de biomasa de BET estimadas por VAST de la forma general:

$$\log(\text{biomasa}_{y,m,l}) \sim s(\text{lon}_l, \text{lat}_l) + s(k_l \times \text{corralito}_{y,m}) + s(\text{año}_y) \quad (11)$$

Donde  $\text{lon}$  y  $\text{lat}$  son la longitud y latitud en la ubicación  $l$ ,  $k$  es la distancia desde el límite más cercano del corralito en la ubicación  $l$ ,  $\text{corralito}$  es una variable ficticia que indica si el corralito está activo en ese mes  $m$  y año  $y$ . Después, se graficó el efecto de la distancia desde el corralito en el logaritmo de biomasa en función de si el corralito estaba activo, para ver si había evidencia de un cambio en el gradiente de biomasa con la distancia desde el límite del corralito en años en los que el corralito estuvo activo.

Aunque el presente informe se centra en los impactos del corralito sobre los atunes tropicales, también se consideró el papel que el corralito podría desempeñar en la conservación de otras especies de interés, como los tiburones y las tortugas marinas. Utilizando datos de 2000-2002 y 2004-2008, se calculó la proporción de capturas anuales de especies de interés que fueron capturadas dentro de los límites de la estructura actual del corralito durante los periodos de veda actuales del corralito.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis predictivos

La [Ecuación 5](#), con base en los patrones de los años sin el corralito, predijo una serie de efectos sobre la captura para las tres especies: generalmente negativos para el barrilete y el patudo y positivos para el aleta amarilla. El patudo presentó los mayores efectos estimados: hasta una reducción predicha de aproximadamente el 20% en las capturas durante el periodo del corralito en algunos años, y hasta un aumento predicho del 10% en otros. En términos de captura anual, el tamaño del efecto para todas las especies se situó generalmente entre  $\pm 2.5\%$  ([Figura 2](#)).

En este estudio se obtuvieron resultados similares a los a los presentados en el documento [SAC-05-16](#), proyectándose que el corralito equivaldría en promedio a 2.63 días de veda para el BET, 1.32 días para el SKJ y -0.18 días para el YFT. Sin embargo, estas cifras variaron considerablemente de un año a otro, oscilando entre más de 14 días adicionales de veda para el BET en algunos años y cuatro días adicionales de pesca en otros ([Figura 3](#)).

El *bootstrapping* de los impactos de la distribución de los efectos predichos del corralito sobre la captura por especie mostrados en la [Figura 2](#) y su aplicación a las capturas observadas durante los años en los que el corralito estuvo activo proporcionó una predicción de la distribución de las capturas que se esperaría con base en la [Ecuación 4](#). Según estas predicciones, se esperarían mayores capturas de BET y SKJ si el corralito no hubiera existido, y efectos variables sobre el YFT. Sin embargo, se predijeron tanto capturas más altas como más bajas para todas las especies durante el periodo de estudio ([Figura 4](#)).

Este proceso sugiere que, según los datos históricos, es de esperar que el corralito tenga efectos variables en la captura total. Para todas las especies fueron posibles efectos tanto positivos como negativos, pero se predijo que algunas especies tenían más probabilidades de tener capturas reducidas debido al corralito (BET, SKJ). Sin embargo, la [Figure 4](#) también sugiere que es probable que se esté buscando una señal pequeña y variable del corralito, ignorando todas las demás formas de variación que podrían enmascarar posibles impactos.

#### 3.2. Análisis empíricos

Las predicciones resultantes de la [Ecuación 4](#) proporcionan un marco para predecir los tipos de efectos que podrían esperarse del corralito ([Figura 4](#)), con base en los métodos descritos en el documento [IATTC-77-04 REV](#). Posteriormente, se exploraron los datos durante los periodos en los que el corralito estuvo activo para ver si se podían detectar efectos empíricos del corralito durante su implementación.

Dado que el corralito entra en vigor durante un periodo definido en una fecha definida, se examinaron los datos para ver si había cambios visualmente obvios en la captura total, el esfuerzo o la CPUE que



coincidieran con la activación del corralito, en relación con lo que se esperaría dadas las tendencias históricas recientes o pertinentes. Los supuestos de la [Ecuación 4](#) requieren que no haya cambios en el esfuerzo total que coincidan con los periodos del corralito más allá de las tendencias estacionales independientes del corralito. Los resultados mostrados en la [Figura 4](#) sugieren que se podría esperar una pequeña reducción en la captura, resultante de una disminución neta en la CPUE (tomando en cuenta la pérdida de los caladeros del corralito y el desplazamiento del esfuerzo hacia fuera).

No hubo cambios obvios en la captura total en el OPO en los meses antes, durante, o después del corralito durante los años en los que el corralito estuvo activo con respecto a las tendencias en los años sin el corralito ([Figura 5](#)). En general, en muchos años con y sin el corralito, octubre fue un pico estacional en las capturas de los buques cerqueros contemplados en este análisis. El esfuerzo fue sistemáticamente mayor durante los años más recientes del corralito (2009-2023) que en los años anteriores sin el corralito (anteriores a 2009, excluido 2003, ya que ese año estaba en vigor otra veda espacial similar a la del corralito).

Este análisis visual no reveló ningún punto de ruptura claro relacionado con las diferentes métricas analizadas para el corralito. Sin embargo, tampoco se observó una reducción drástica del esfuerzo de pesca durante los meses del corralito, lo que indicaría una violación de los supuestos de la [Ecuación 4](#) que supone que el esfuerzo se redistribuye, y no se reduce, por el corralito.

### **3.2.1. Estimación no paramétrica de los efectos del corralito sobre la captura**

De la [Figura 7](#) a la [Figura 9](#) se muestran los resultados del modelado no paramétrico para BET, SJK y YFT. El modelo fue capaz de captar las tendencias a largo plazo y estacionales de captura mensual. Este enfoque no paramétrico no encontró desviaciones sistémicas en las capturas observadas durante los periodos del corralito en relación con la captura predicha por el modelo. En cambio, para el BET, el modelo estimó un coeficiente del corralito poco claro pero potencialmente positivo, mientras que tanto para el SJK como para el YFT el modelo estimó residuales significativamente positivos, lo que indica que las capturas durante los periodos del corralito excluidos del modelo fueron en realidad sistémicamente superiores a las predichas por el modelo para esas especies ([Figura 10](#)).

Sin embargo, existen muchas razones por las que se deberían interpretar estos resultados con cautela. Las tendencias estacionales cambiaron entre principios de la década de 2000 y los últimos años cuando el corralito estuvo activo, lo que significa que las tendencias detectadas por el modelo pueden estar parcialmente construidas con datos de los primeros años que pueden ser menos aplicables ahora. Sin embargo, al incluir solo los años posteriores, el modelo podría estar sesgado debido a que solo observa las tendencias estacionales en presencia del corralito, lo que puede ejercer impactos fuera de los meses en que está activo, ya sea a través de la dinámica de la flota o de respuestas biológicas, e impedir que se pueda aislar la tendencia de fondo de las capturas en octubre de los efectos del corralito.

### **3.2.2. Estimación basada en regresiones de los efectos del corralito sobre la captura**

Los resultados del enfoque basado en regresiones descrito en la [Ecuación 10](#) están generalmente en línea con los estimados por el método no paramétrico ([Figura 11](#)), encontrando pruebas de capturas iguales o superiores en periodos del corralito en relación con periodos sin el corralito. Sin embargo, es posible que el enfoque basado en regresiones esté confundido con los cambios en las capturas no impulsados por el corralito en octubre desde 2009 ([Figura 11](#)).

### 3.3. Análisis adicionales

#### 3.3.1. Efectos del corralito en la talla promedio

La pesquería cerquera que pesca principalmente atún barrilete depende cada vez más de los dispositivos agregadores de peces (plantados) en el OPO ([FAD-07-01](#)). Una preocupación asociada a la pesquería sobre plantados es que resulta en niveles más altos de captura de atún patudo juvenil. Por lo tanto, un posible mecanismo de acción para el corralito es que si el patudo juvenil se concentra dentro del periodo y límite del corralito, desplazar la presión de pesca fuera de esa área podría reducir la captura de estos BET más pequeños, incrementando potencialmente la talla promedio de los peces en la captura de cerco.

Si el corralito reduce la presión de pesca sobre los individuos más pequeños, debería esperarse una mayor talla promedio en octubre (el mes aproximado del corralito) en los años con el corralito que en los años sin él, y/o un cambio en la tendencia estacional de la talla promedio en los años con el corralito en relación con los años sin él. Sin embargo, no se observaron estos patrones. Según los datos de BSE, la talla promedio de la captura de los buques cerqueros grandes que pescan sobre plantados fue menor en octubre en los años con el corralito que en los años sin el corralito. La talla promedio parece aumentar entre septiembre y octubre en los años sin el corralito, mientras que las tallas promedio son muy similares entre septiembre y octubre durante los años con el corralito ([Figura 12](#)). Con base en este análisis, no se observan evidencias directas que apoyen la hipótesis de que el corralito reduce la pesca de BET más pequeño dando como resultado aumentos en la talla promedio de la captura.

#### 3.3.2. Evidencias de acumulación de biomasa dentro del corralito

Dado que normalmente se pesca dentro del corralito cuando la veda no está en vigor, la eliminación de ese esfuerzo de pesca debería aumentar en cierta medida la biomasa de peces dentro del corralito. La magnitud exacta de este aumento de la biomasa depende de lo intensa que hubiera sido la pesca sin el corralito y del tamaño y la duración de la veda en relación con la biología y la dinámica de desplazamiento de la especie en cuestión. Es importante destacar que debería esperarse un aumento de la biomasa dentro del corralito, incluso si no se observa ningún impacto del corralito en la captura total, debido, por ejemplo, a que la captura perdida dentro de los límites del corralito se compensa con el esfuerzo de pesca desplazado fuera del corralito.

Sin embargo, esta acumulación de biomasa dentro del corralito es difícil de detectar, ya que el corralito afecta directamente a los buques cerqueros, y los datos de CPUE de los buques de cerco rara vez son proporcionales a la abundancia debido a la naturaleza de los cardúmenes de peces y a los cambios en la eficacia pesquera impulsados por los avances tecnológicos, como las boyas satelitales con ecosonda sujetas a plantados (López *et al.* 2014). Por lo tanto, las estimaciones espaciotemporales estandarizadas de biomasa de VAST (Thorson y Barnett 2017) utilizadas en las evaluaciones de poblaciones de atunes tropicales se utilizaron como nuestra medida de biomasa en el tiempo y el espacio ([Figura 13](#)).

A fin de examinar el aumento potencial de la biomasa dentro del corralito durante y después de los periodos de veda, se sumaron, por mes y año, las densidades de biomasa estimadas por VAST dentro de los límites del corralito. Luego se compararon las tendencias estacionales entre los años con y sin el corralito ([Figura 14](#)). No se observaron cambios claros en las tendencias estacionales de la biomasa entre los dos grupos. En general, durante los años en los que el corralito estuvo activo, las densidades de biomasa fueron menores para el BET, aproximadamente iguales para el SJK y mayores para el YFT ([Figura 14](#)). Sin embargo, no se observaron evidencias claras de un aumento de la biomasa en los meses siguientes al mes aproximado del corralito (octubre) en relación con la tendencia estacional observada en los años sin el corralito.

También se examinó la captura por lance (CPUE) calculada a partir de la base de datos de los Informes Diarios, reconociendo que interpretar la CPUE de cerco como un índice de abundancia es un reto. Se encontró la misma falta de diferencia clara en las tendencias entre los años con y sin el corralito ([Figura 15](#)).

### **3.3.3. Evidencias de desbordamiento del corralito**

También se analizó si existen evidencias de un efecto de "desbordamiento" (*spillover*), en el que la biomasa es mayor cerca del corralito en los años con el corralito que en los años sin él, en relación con la distribución base promedio de los atunes en el tiempo y el espacio. Este análisis se limitó al mes de noviembre (que es mayoritariamente posterior al corralito).

No se encontraron diferencias claras en el efecto marginal de la distancia del límite del corralito entre los años con y sin el corralito, aunque tal vez haya una ligera evidencia de una disminución de la biomasa cerca del límite en los años con el corralito que podría corresponder a una concentración del esfuerzo de pesca en los límites ("pescar la línea"), pero los resultados no son lo suficientemente claros como para llegar a una conclusión definitiva en este momento ([Figura 16](#)).

### **3.3.4. Otros taxones vulnerables en el corralito**

Además de las especies de atunes tropicales, se examinó el papel que el corralito podría desempeñar en la conservación de varias especies distintas del atún capturadas en el OPO. Para este análisis, se usaron datos recolectados por observadores en buques cerqueros grandes (clase 6), y se calculó la proporción de la captura anual de 2004 a 2008 (años sin el corralito) que ocurrió dentro de la "ventana" del corralito para ambos grupos de especies de tiburones y grupos más amplios de especies vulnerables.

En general, la ventana de área y tiempo de la configuración del corralito según la res. C-21-04 entre 2004 y 2008 representó menos del 2.5% de la captura anual de especies de tiburones ([Figura 17](#)). Se obtuvieron resultados similares al examinar otros taxones vulnerables, sin que ningún grupo tuviera consistentemente capturas desproporcionadamente grandes dentro de la ventana de área y tiempo del corralito ([Figura 18](#)).

### **3.3.5. Puntos críticos de conservación de BET**

Fuera del propio corralito, se exploraron las regiones y los meses que parecen tener las mayores concentraciones relativas de BET para identificar posibles áreas críticas para la conservación de BET. Comparando las densidades de biomasa de BET estimadas por VAST con las de todos los atunes tropicales, los modelos identificaron un punto crítico de BET consistente en relación con todos los atunes tropicales a lo largo del límite sureste de los principales caladeros de cerco entre 10 y 15°S y 110 y 120°O, y a lo largo de la línea ecuatorial generalmente al oeste de 110°. No obstante, estas estimaciones de VAST se basan en la CPUE de cerco, por lo que deberían interpretarse con cautela como un índice fiable de la verdadera distribución general de las especies de atunes tropicales. También existe un punto crítico más estacional a lo largo de la línea ecuatorial de febrero a julio ([Figura 19](#)). La captura por lance (CPUE) de BET dependiente de la pesca muestra un patrón similar ([Figura 20](#)). Curiosamente, tanto la proporción de BET con respecto a los atunes tropicales como la CPUE son bajas durante el periodo de veda (es decir, octubre) y más altas durante la primavera boreal (es decir, de marzo a junio).

Se observaron altos niveles de variabilidad estacional en la captura total de BET por espacio, con puntos críticos de captura a lo largo de la línea ecuatorial de abril a julio, seguidos de otro pico en octubre ([Figura 21](#)). Los puntos críticos de captura de BET en relación con la captura total de todos los atunes tropicales se produjeron consistentemente en la esquina sureste de los caladeros de atunes tropicales del OPO ([Figura 22](#)).

#### 4. DISCUSIÓN

La forma moderna del corralito forma parte de las medidas de ordenación de la CIAT para los atunes tropicales desde 2009 hasta 2024. La versión implementada en la resolución C-21-04 veda aproximadamente  $1.2^6$  KM<sup>2</sup>, una región aproximadamente 1.5 veces el área del estado de Texas, durante aproximadamente un mes al año. Esfuerzos previos ([SAC-05-16](#), [IATTC-77-04 REV](#)) estimaron que el corralito serviría como el equivalente a tres días de veda de la pesquería cerquera del OPO. Este análisis predictivo actualizado estimó una cifra muy similar a la del informe previo, a pesar de usar más datos y métodos ligeramente modificados, aunque con una variabilidad sustancial de un año a otro en los impactos predichos para cada una de las especies de atunes tropicales ([Figura 3](#)).

El análisis predictivo sugiere que es probable que los efectos del corralito sean relativamente pequeños (unos pocos puntos porcentuales, o días de pesca, anualmente) y variables, haciéndolos inherentemente difíciles de medir y detectar empíricamente debido a todos los otros factores que podrían resultar en cambios anuales y estacionales en las métricas de pesca en el OPO, tales como procesos biológicos, ambientales y socioeconómicos. Como tal, no es sorprendente que los enfoques empíricos utilizados aquí no revelaran una señal clara del corralito en ninguna de las métricas evaluadas. Dicho esto, el modelo predictivo proyectó que el corralito podría equivaler en promedio a 2.63 días de veda para el BET, 1.32 días para el SKJ y -0.18 días para el YFT (redondeado al día entero más cercano). Sin embargo, estas cifras variaron considerablemente de un año a otro ([Figura 3](#)). La pesquería también interactuó con otros taxones vulnerables como tiburones y tortugas dentro del área del corralito en años en los que el corralito no estuvo activo, pero se encontraron pocas pruebas de que el área del corralito contribuyera consistentemente con una cantidad desproporcionada de interacciones con especies vulnerables en años en los que la ventana de tiempo y área del corralito estuvo abierta a la pesca. Sin embargo, la pesquería interactuó con especies de interés para la conservación en el área del corralito, lo que podría tenerse en cuenta al considerar el papel del corralito en el futuro contexto del Tratado sobre Biodiversidad más allá de la Jurisdicción Nacional (Blasiak y Jouffray 2024).

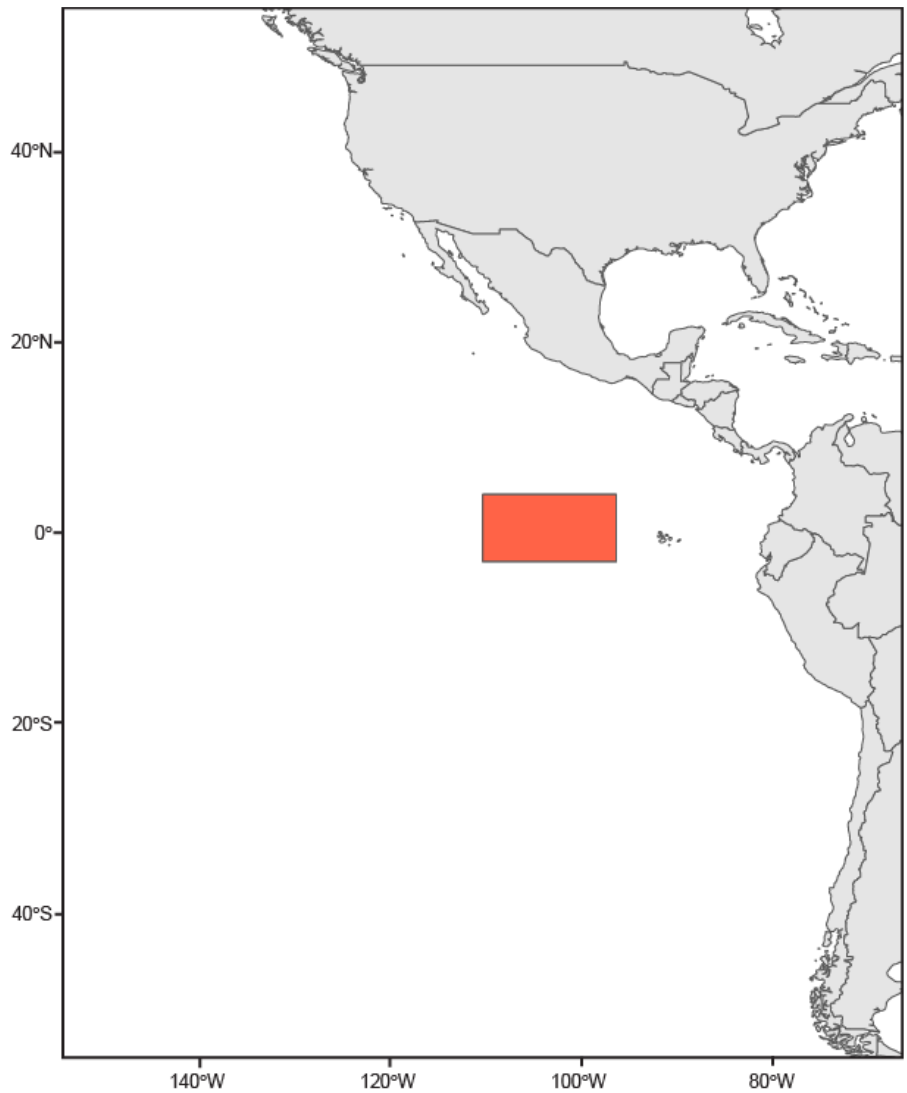
Que este informe no haya encontrado efectos empíricos claros del corralito en las métricas evaluadas no es sorprendente, dados los tamaños de los efectos esperados del corralito predichos en el documento [IATTC-77-04 REV](#) y confirmados aquí. Como tal, aunque no se puedan señalar evidencias empíricas claras que confirmen los impactos predichos del corralito, esto es totalmente consistente con los niveles predichos del impacto, en promedio tres días de veda para el BET pero con una variación sustancial de un año a otro, en los que se basó la decisión original de implementar el corralito. Por lo tanto, no debe considerarse este informe para cambiar sustancialmente la evaluación del papel potencial del corralito como medida de ordenación de los atunes tropicales.

Dada la naturaleza altamente variable de los procesos involucrados, y la falta de un experimento natural dedicado claro para aprovechar los datos, es poco probable que la adición de más datos permita que los métodos empíricos proporcionen una mayor claridad sobre los efectos del corralito que la lograda aquí. En su lugar, el trabajo futuro debería explorar la posibilidad de complementar los tipos de análisis presentados en el presente documento con métodos de modelado más estructurales, como los presentados en Ovando *et al.* (2023) y Bailey *et al.* (2019), que puedan ayudar a fundamentar los resultados esperados de medidas como el corralito para diversos objetivos sociales y ecológicos.

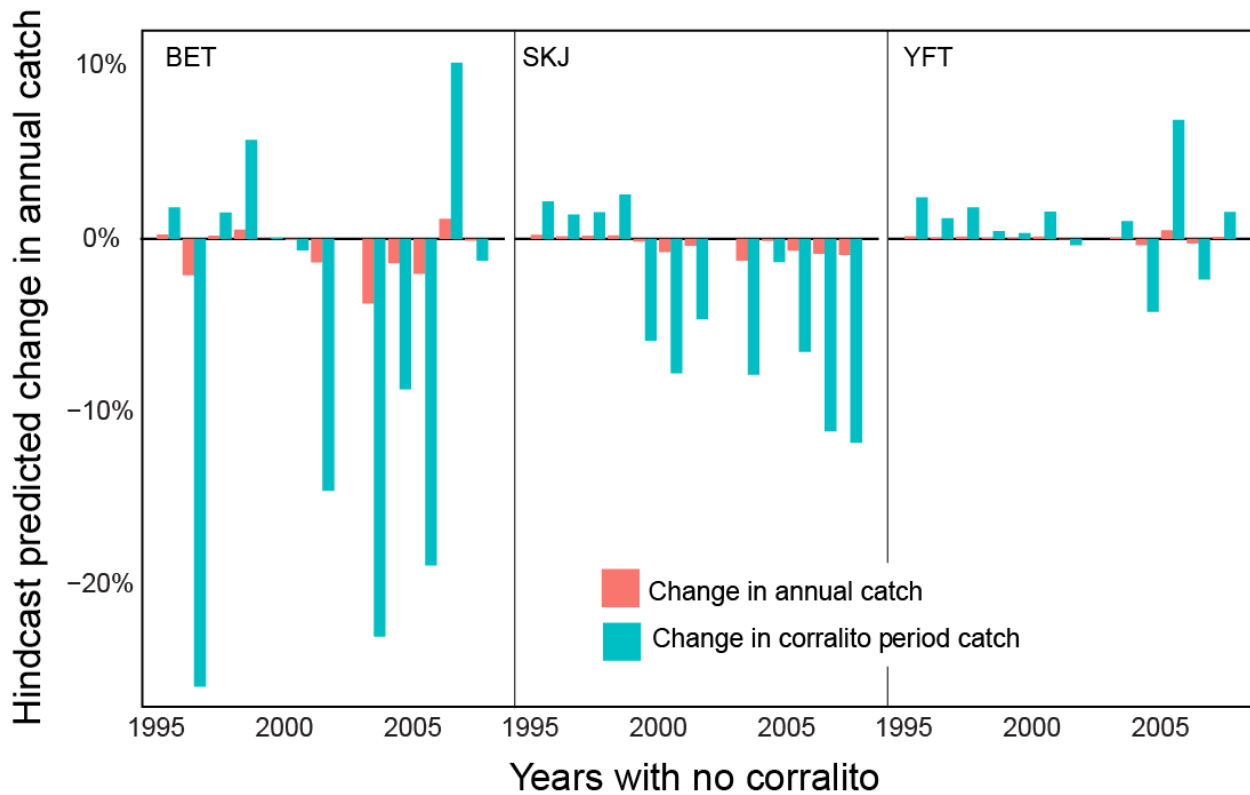
#### 5. REFERENCIAS

Bailey, Richard M., Ernesto Carrella, Robert Axtell, Matthew G. Burgess, Reniel B. Cabral, Michael Drexler, Chris Dorsett, Jens Koed Madsen, Andreas Merkl, and Steven Saul. 2019. "A Computational Approach to Managing Coupled Human–Environmental Systems: The POSEIDON Model of Ocean Fisheries." *Sustainability Science* 14 (2): 259–75. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0579-9>.

- Blasiak, Robert, and Jean-Baptiste Jouffray. 2024. "When Will the BBNJ Agreement Deliver Results?" *Npj Ocean Sustainability* 3 (1): 1–3. <https://doi.org/10.1038/s44183-024-00058-6>.
- Gaines, Steven D., Crow White, Mark H. Carr, and Stephen R. Palumbi. 2010. "Designing Marine Reserve Networks for Both Conservation and Fisheries Management." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (43): 18286–93. <https://doi.org/10.1073/pnas.0906473107>.
- Hilborn, Ray, Kevin Stokes, Jean-Jacques Maguire, Tony Smith, Louis W Botsford, Marc Mangel, José Orensanz, et al. 2004. "When Can Marine Reserves Improve Fisheries Management?" *Ocean & Coastal Management* 47 (3–4): 197–205. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2004.04.001>.
- Lopez, Jon, Gala Moreno, Igor Sancristobal, and Jefferson 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 (July): 127–37. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.02.033>.
- Ovando, Daniel, Darcy Bradley, Echelle Burns, Lennon Thomas, and James Thorson. 2023. "Simulating Benefits, Costs and Trade-Offs of Spatial Management in Marine Social-Ecological Systems." *Fish and Fisheries* n/a (n/a). <https://doi.org/10.1111/faf.12804>.
- Thorson, James T., and Lewis A. K. Barnett. 2017. "Comparing Estimates of Abundance Trends and Distribution Shifts Using Single- and Multispecies Models of Fishes and Biogenic Habitat." *ICES Journal of Marine Science* 74 (5): 1311–21. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw193>.

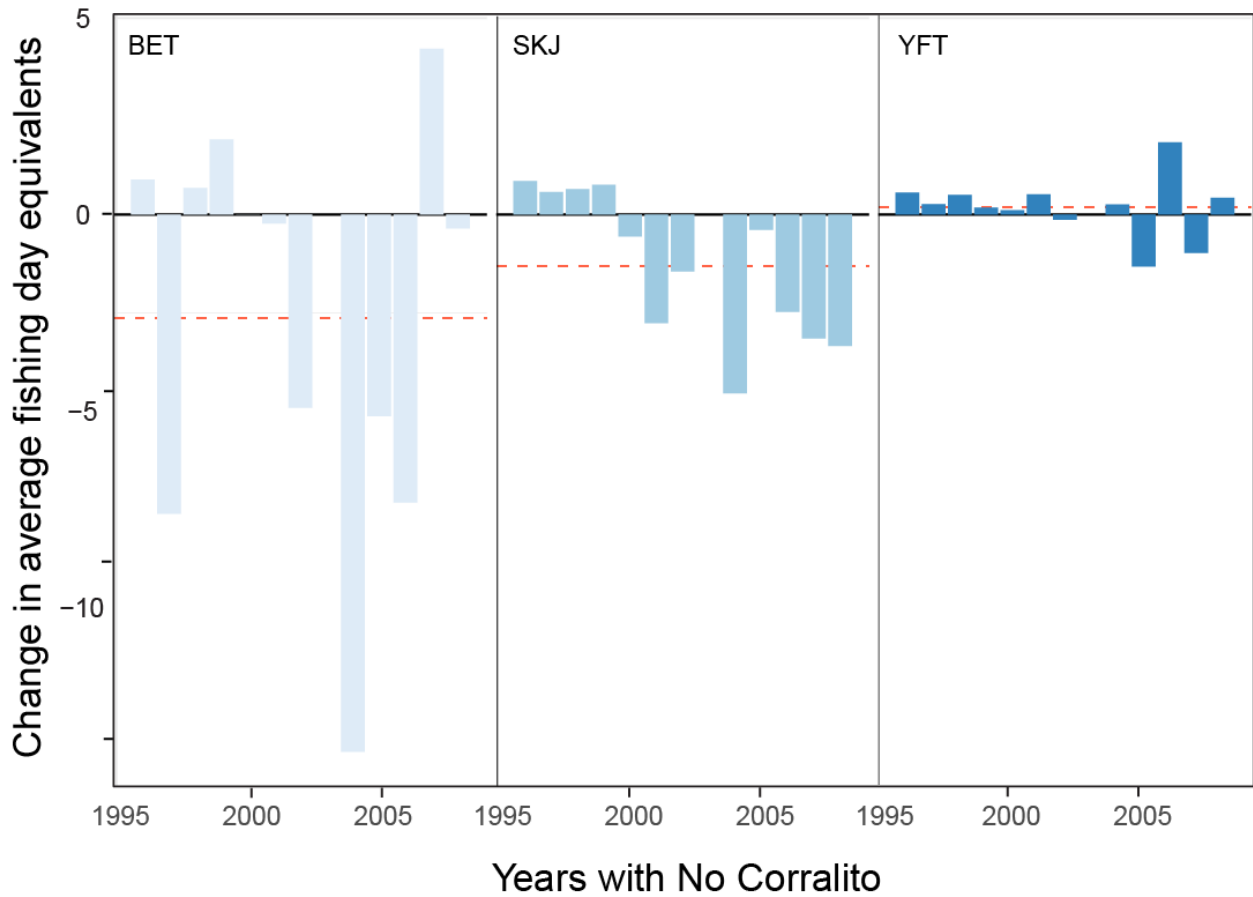


**FIGURE 1.** Location of the corralito as of Resolution C-21-04.  
**FIGURA 1.** Ubicación del corralito según la resolución C-21-04.



**FIGURE 2.** Predicted percent change in catch by species resulting from application of the corralito assumptions to historic years in which the corralito was never applied. Blue bars indicate the predicted percent change in catch during the portions of the year in which the modern corralito would be active (Oct 9 to Nov 8), red bars show the predicted percent change in annual catch.

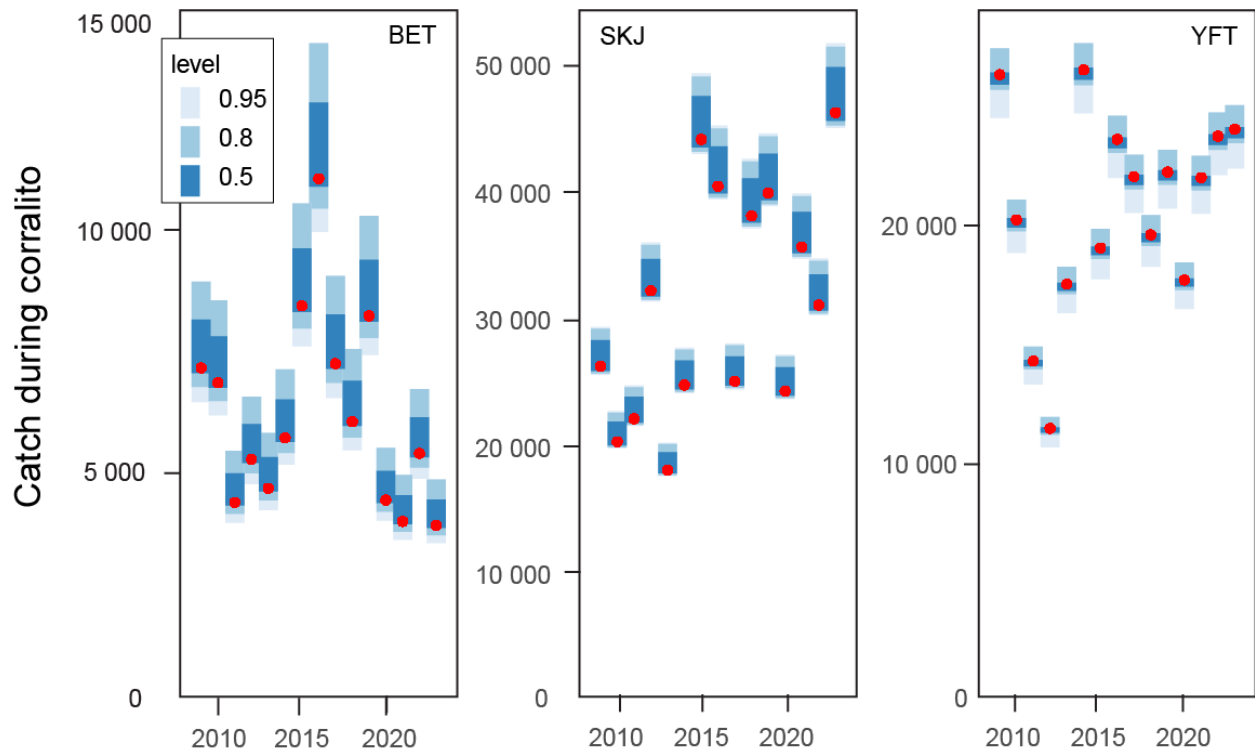
**FIGURA 2.** Cambio porcentual predicho en la captura, por especie, resultante de la aplicación de los supuestos del corralito a los años históricos en los que nunca se aplicó el corralito. Las barras azules indican el cambio porcentual predicho en la captura durante las partes del año en las que el corralito moderno estaría activo (9 de octubre a 8 de noviembre); las barras rojas muestran el cambio porcentual predicho en la captura anual.



**FIGURE 3.** Predicted change in average fishing day equivalents by species resulting from application of the corralito assumptions to historic years in which the corralito was never applied. Red dashed line shows mean values over the evaluated years.

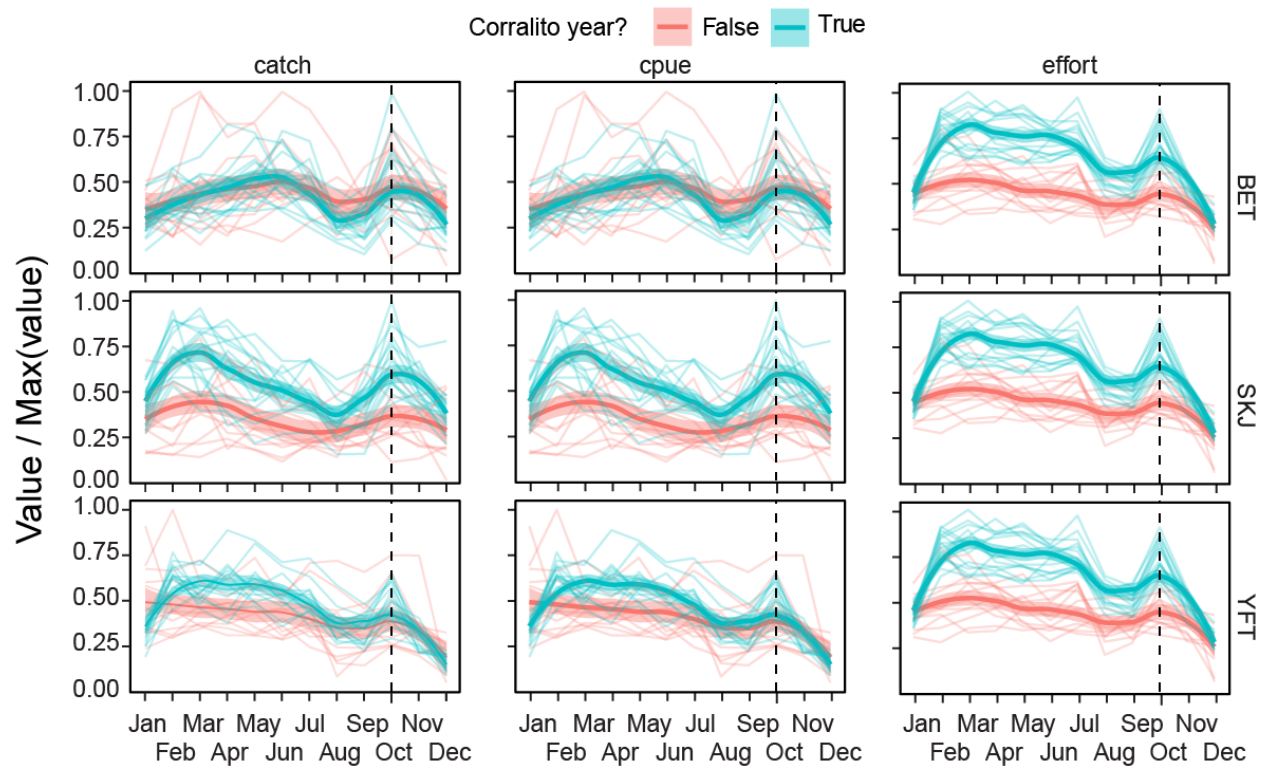
**FIGURA 3.** Cambio predicho en los equivalentes de días de pesca promedio por especie resultante de la aplicación de los supuestos del corralito a los años históricos en los que nunca se aplicó el corralito. La línea discontinua roja muestra los valores promedio a lo largo de los años evaluados.





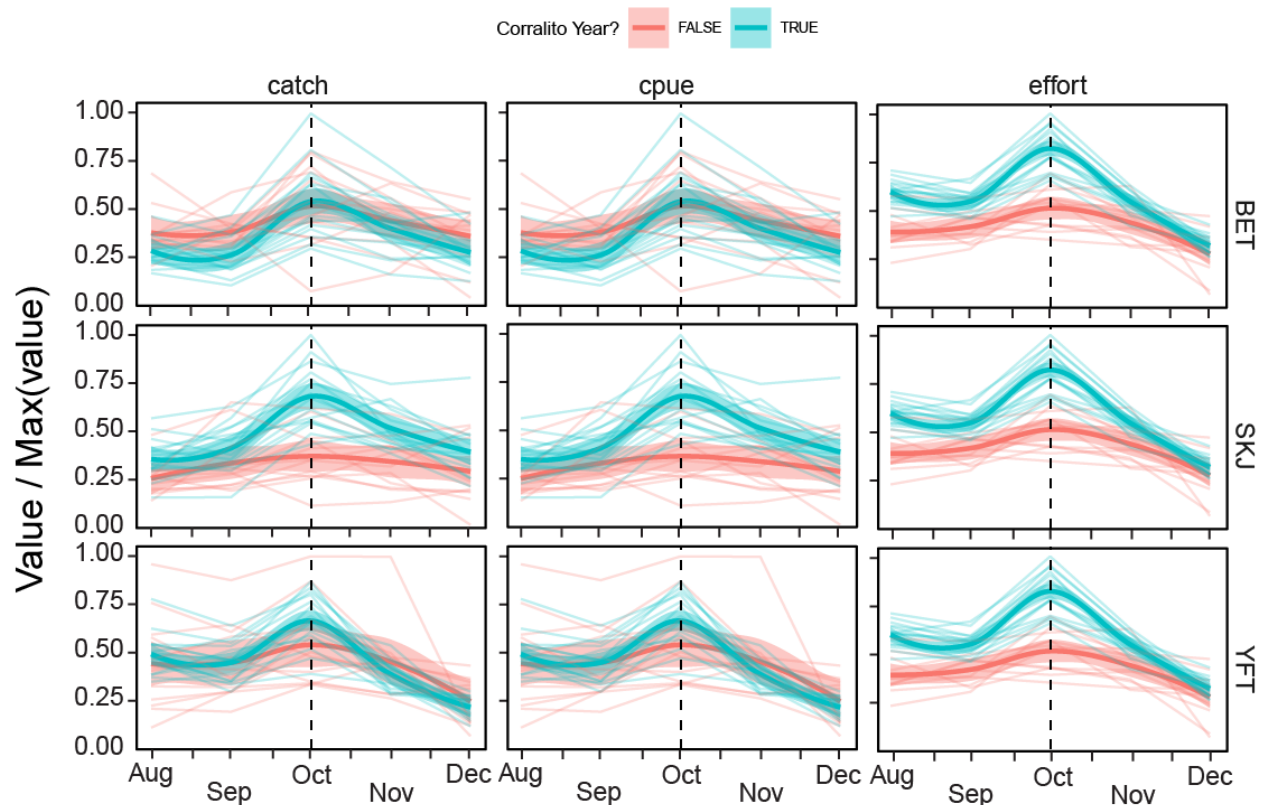
**FIGURE 4.** Observed (red dots) and predicted distribution (color bars) catches of BET, SKJ, and YFT during the modern corralito window (Oct 9 to Nov 8) during years in which the corralito was active. Color of distributions shows the ranges contained by various quantiles of the predictions.

**FIGURA 4.** Distribución observada (puntos rojos) y predicha (barras) de las capturas de BET, SJK y YFT durante la ventana del corralito moderno (9 de octubre a 8 de noviembre) en los años en los que el corralito estuvo activo. El color de las distribuciones muestra los rangos contenidos por varios cuantiles de las predicciones.



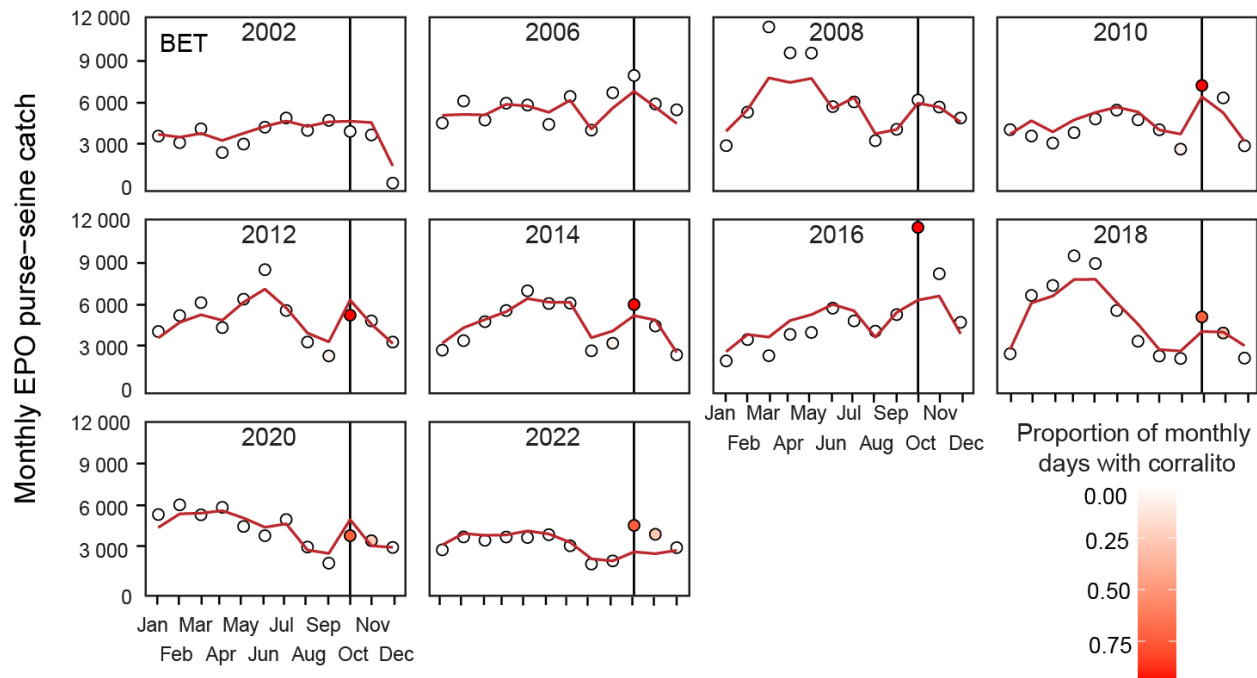
**FIGURE 5.** Trends EPO catch, effort, and CPUE for skipjack (SKJ), bigeye (BET), and yellowfin (YFT) by class 4-6 purse-seine vessels. Each thinner line represents a year, with the thicker line showing the smoothed seasonal trend across all years within the appropriate group. Corralito year indicates whether the corralito was in effect in that year, with the approximate month of the corralito (October) indicated with a vertical dashed line.

**FIGURA 5.** Tendencias de captura, esfuerzo, y CPUE en el OPO para el barrilete (SJK), el patudo (BET) y el aleta amarilla (YFT) por buques cerqueros de clases 4-6. Cada línea delgada representa un año, mientras que la línea gruesa muestra la tendencia estacional suavizada a lo largo de todos los años dentro del grupo correspondiente. El año con el corralito indica si el corralito estuvo activo ese año, y el mes aproximado del corralito (octubre) se indica con una línea discontinua vertical.



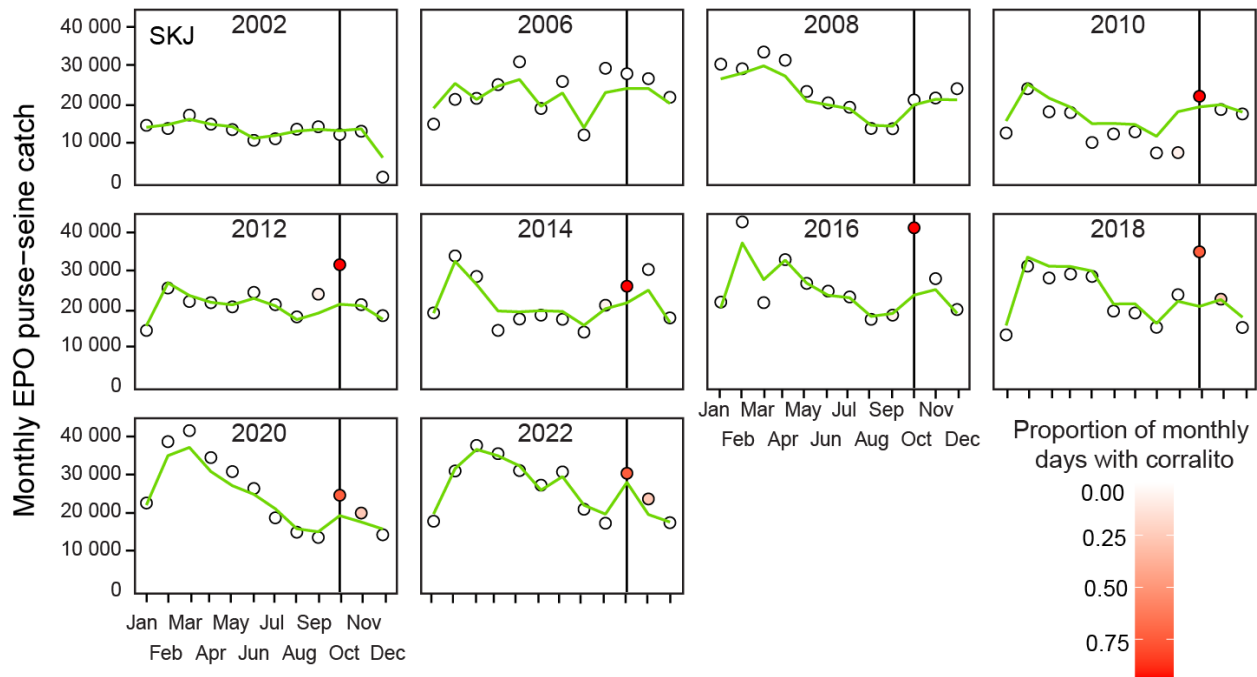
**FIGURE 6.** Zoomed in trends EPO catch, effort, and CPUE for skipjack (SKJ), bigeye (BET), and yellowfin (YFT) by class 4-6 purse-seine vessels. Each thinner line represents a year, with the thicker line showing the smoothed seasonal trend across all years within the appropriate group. Corralito year indicates whether the corralito was in effect in that year, with the approximate month of the corralito (October) indicated with a vertical dashed line.

**FIGURA 6.** Ampliación de las tendencias de captura, esfuerzo, y CPUE en el OPO para el barrilete (SKJ), el patudo (BET) y el aleta amarilla (YFT) por buques cerqueros de clases 4-6. Cada línea delgada representa un año, mientras que la línea gruesa muestra la tendencia estacional suavizada a lo largo de todos los años dentro del grupo correspondiente. El año con el corralito indica si el corralito estuvo activo ese año, y el mes aproximado del corralito (octubre) se indica con una línea discontinua vertical.



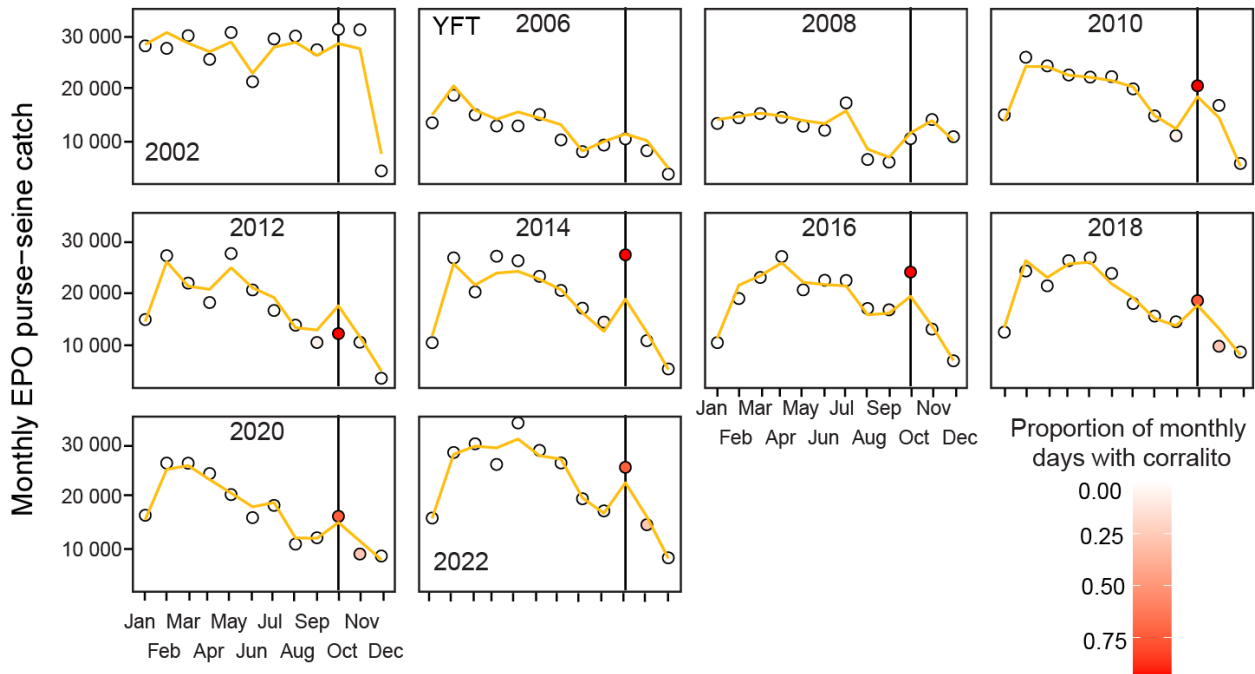
**FIGURE 7.** Observed (points) and predicted (lines) catches of BET by applicable purse-seine vessels by month. Color of points indicates the proportion of days in that month in which the corralito was in effect. Predicted catches (lines) generated by a random forest model fit only to months in which the corralito was never in effect.

**FIGURA 7.** Capturas observadas (puntos) y predichas (líneas) de BET por buques cerqueros aplicables, por mes. El color de los puntos indica la proporción de días de ese mes en que el corralito estuvo activo. Las capturas predichas (líneas) se generaron mediante un modelo de bosques aleatorios ajustado solo a los meses en los que el corralito nunca estuvo activo.



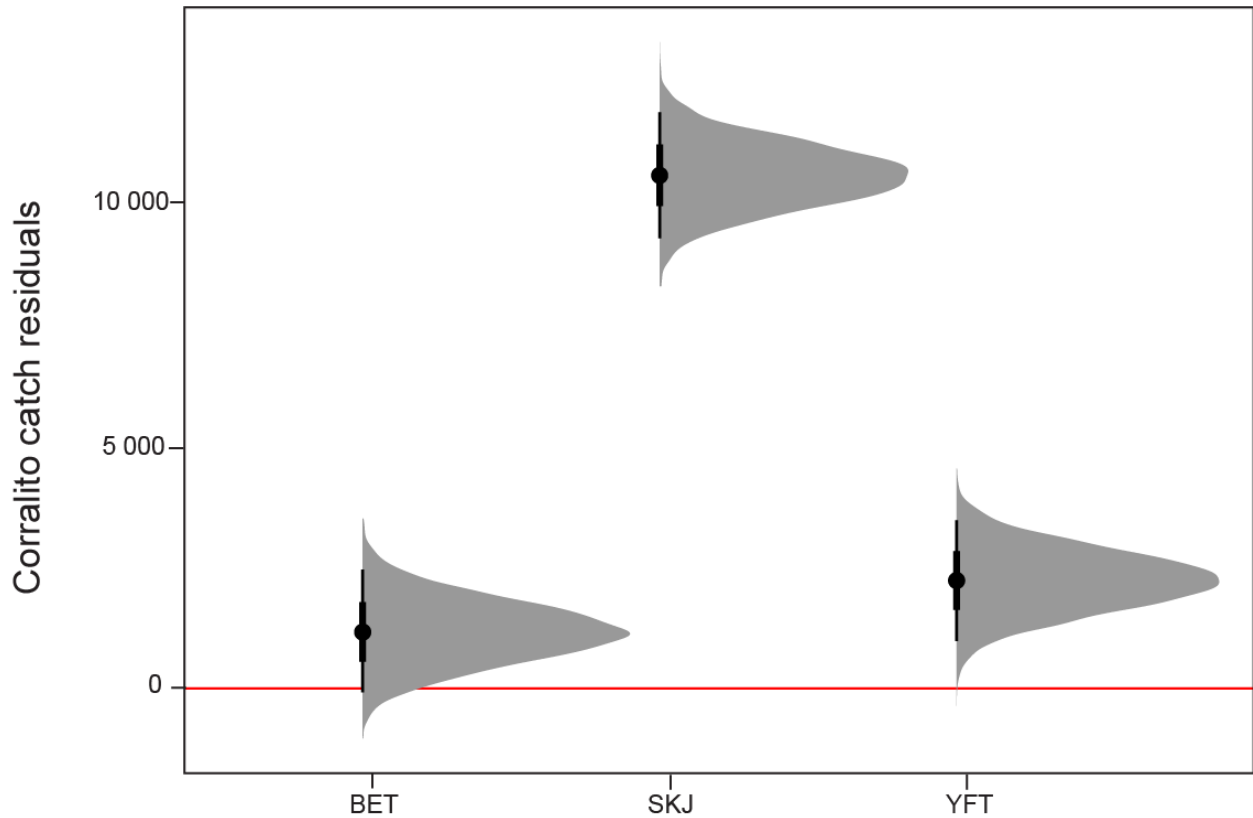
**FIGURE 8.** Observed (points) and predicted (lines) catches of SKJ by applicable purse-seine vessels by month. Color of points indicates the proportion of days in that month in which the corralito was in effect. Predicted catches (lines) generated by a random forest model fit only to months in which the corralito was never in effect. Only even years plotted for visual clarity.

**FIGURA 8.** Capturas observadas (puntos) y predichas (líneas) de SKJ por buques cerqueros aplicables, por mes. El color de los puntos indica la proporción de días de ese mes en que el corralito estuvo activo. Las capturas predichas (líneas) se generaron mediante un modelo de bosques aleatorios ajustado solo a los meses en los que el corralito nunca estuvo activo. Solo se graficaron los años pares para mayor claridad visual.



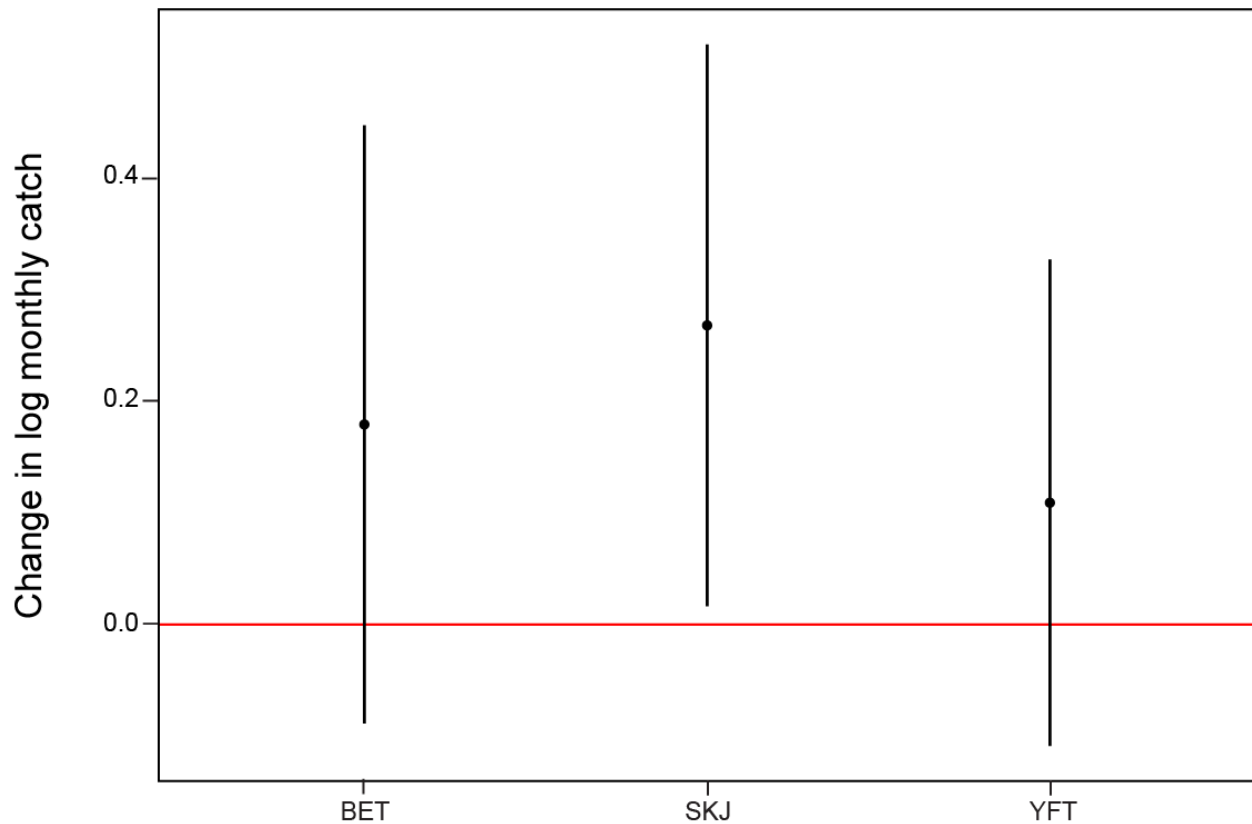
**FIGURE 9.** Observed (points) and predicted (lines) catches of YFT by applicable purse-seine vessels by month. Color of points indicates the proportion of days in that month in which the corralito was in effect. Predicted catches (lines) generated by a random forest model fit only to months in which the corralito was never in effect. Only even years plotted for visual clarity.

**FIGURA 9.** Capturas observadas (puntos) y predichas (líneas) de YFT por buques cerqueros aplicables, por mes. El color de los puntos indica la proporción de días de ese mes en que el corralito estuvo activo. Las capturas predichas (líneas) se generaron mediante un modelo de bosques aleatorios ajustado solo a los meses en los que el corralito nunca estuvo activo. Solo se graficaron los años pares para mayor claridad visual.



**FIGURE 10.** Mean residuals of monthly catch by species when corralito fully in effect, controlling for long-term and seasonal trends in residuals. Positive values indicate catches being systemically higher than model predictions when corralito is in effect, negative meaning catches are systemically lower than model predictions when corralito is in effect. Point shows mean with 66<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> probability interval, distribution is full posterior. Only even years plotted for visual clarity.

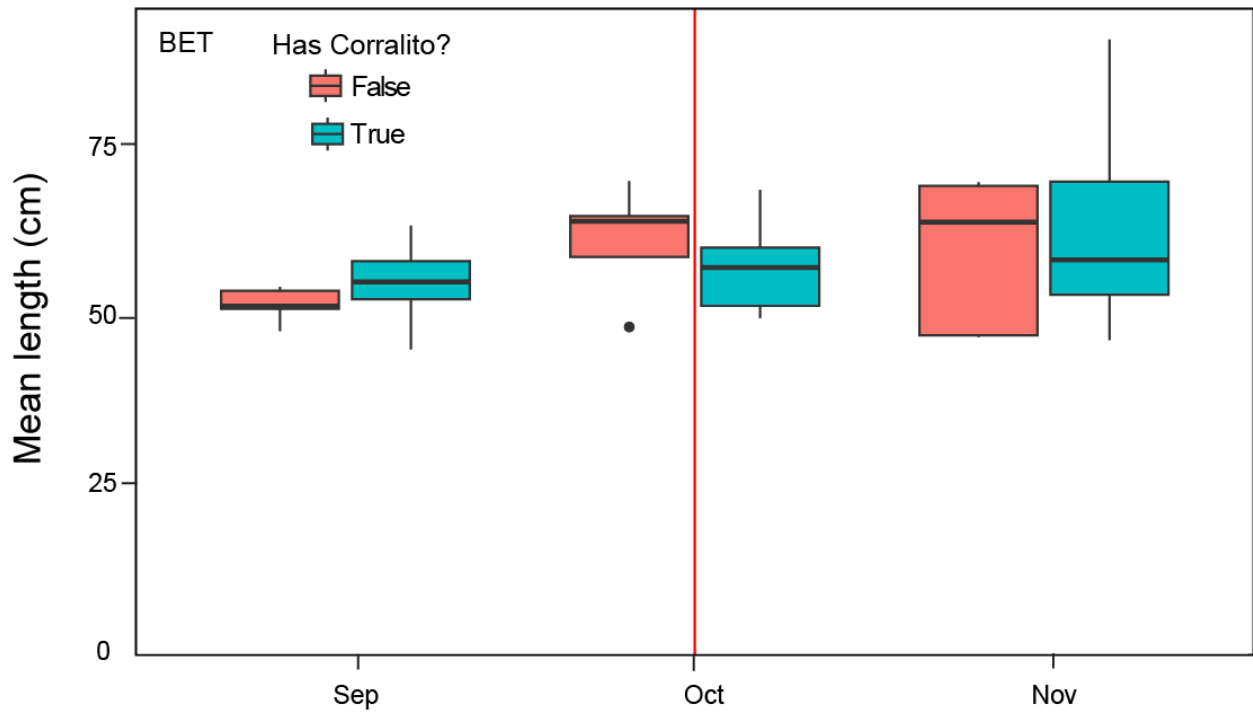
**FIGURA 10.** Residuales promedio de la captura mensual, por especie, cuando el corralito está plenamente activo, controlando las tendencias a largo plazo y estacionales en los residuales. Los valores positivos indican que las capturas son sistemáticamente superiores a las predicciones del modelo cuando el corralito está activo, mientras que los negativos indican que las capturas son sistemáticamente inferiores a las predicciones del modelo cuando el corralito está activo. Los puntos muestran el promedio con intervalos de probabilidad de 66 y 95, la distribución es posterior completa. Solo se graficaron los años pares para mayor claridad visual.



**FIGURE 11.** Estimated marginal effect of the corralito on log monthly catch by species when corralito fully in effect, controlling for long-term and seasonal trends in log catches. Positive values indicate catches being systemically higher when corralito is in effect, negative meaning catches are systemically lower. Point shows mean with 95% confidence intervals.

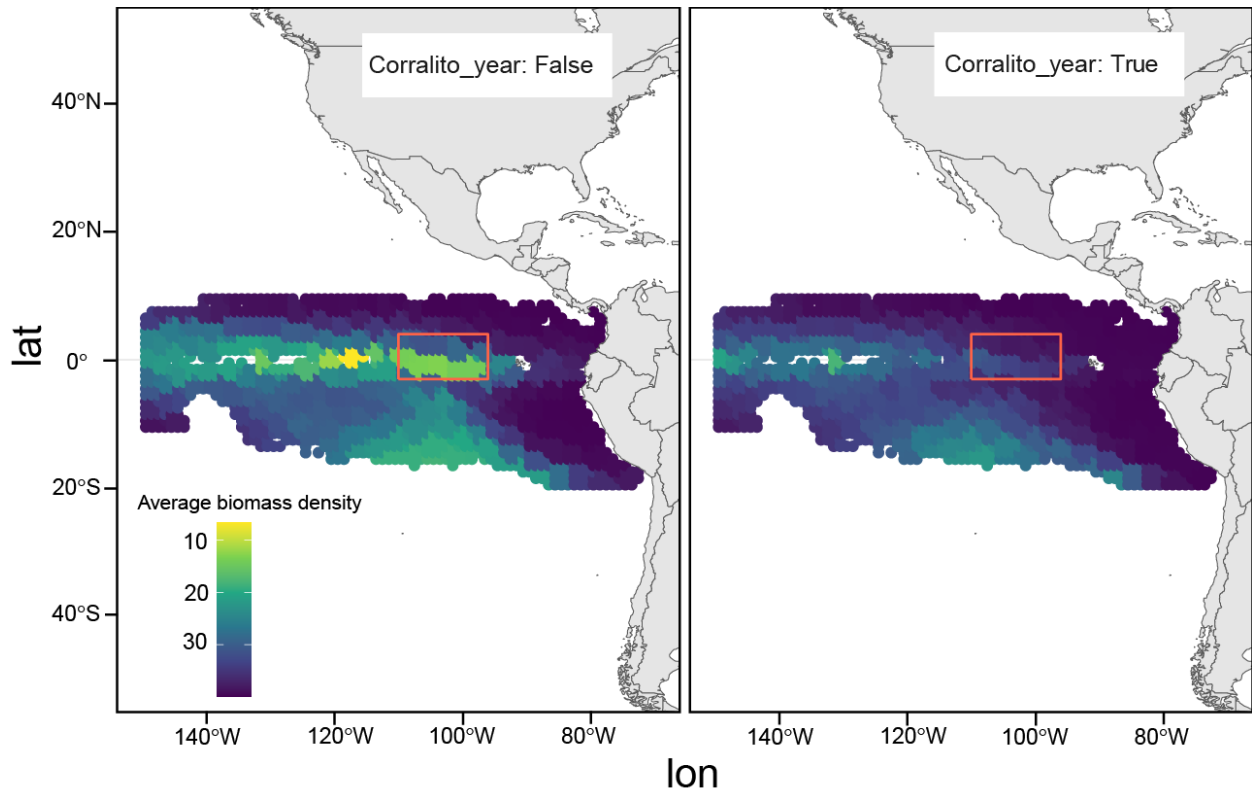
**FIGURA 11.** Efecto marginal estimado del corralito sobre la captura mensual logarítmica, por especie, cuando el corralito está plenamente activo, controlando las tendencias a largo plazo y estacionales en las capturas logarítmicas. Los valores positivos indican que las capturas son sistemáticamente mayores cuando el corralito está activo, mientras que los negativos indican que las capturas son sistemáticamente menores. Los puntos muestran el promedio con intervalos de confianza de 95%.





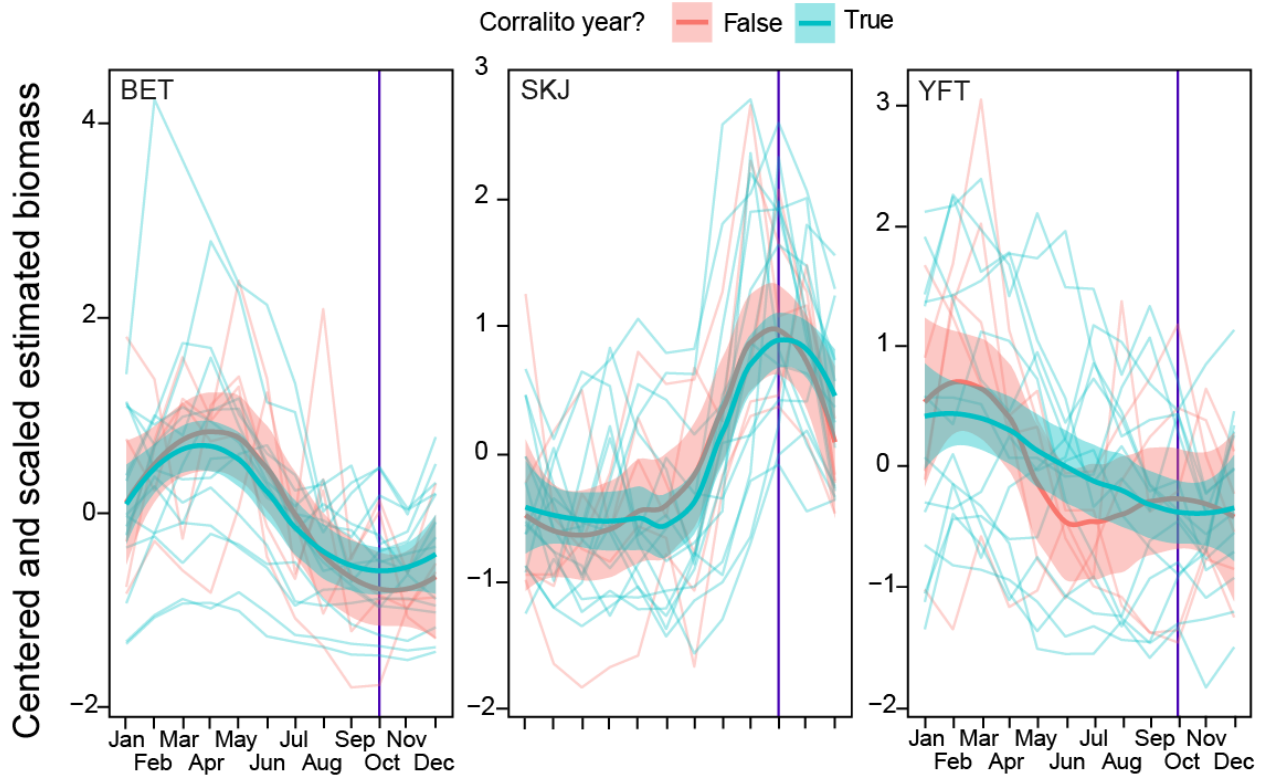
**FIGURE 12.** Distribution of mean length of the catch of BET in associated fishing by large purse-seine vessels (classes 4-6) by month, broken out by years with and without the corralito.

**FIGURA 12.** Distribución de la talla promedio de la captura de BET en pesca asociada por buques cerqueros grandes (clases 4-6), por mes, desglosada por años con y sin el corralito.



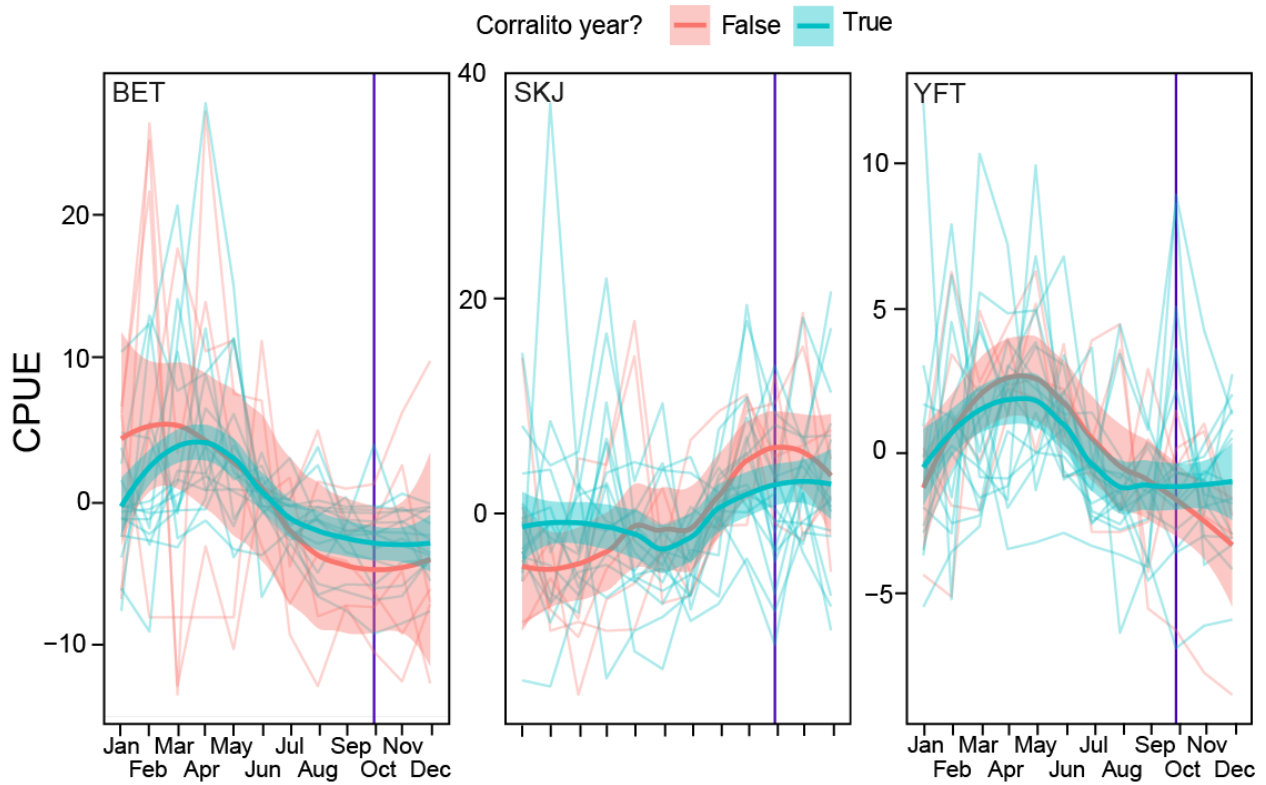
**FIGURE 13.** Mean VAST estimated biomass densities of BET in years with and without the corralito. Borders of the corralito shown in red.

**FIGURA 13.** Densidades promedio de biomasa de BET estimadas por VAST en años con y sin el corralito. Los límites del corralito se muestran en rojo.



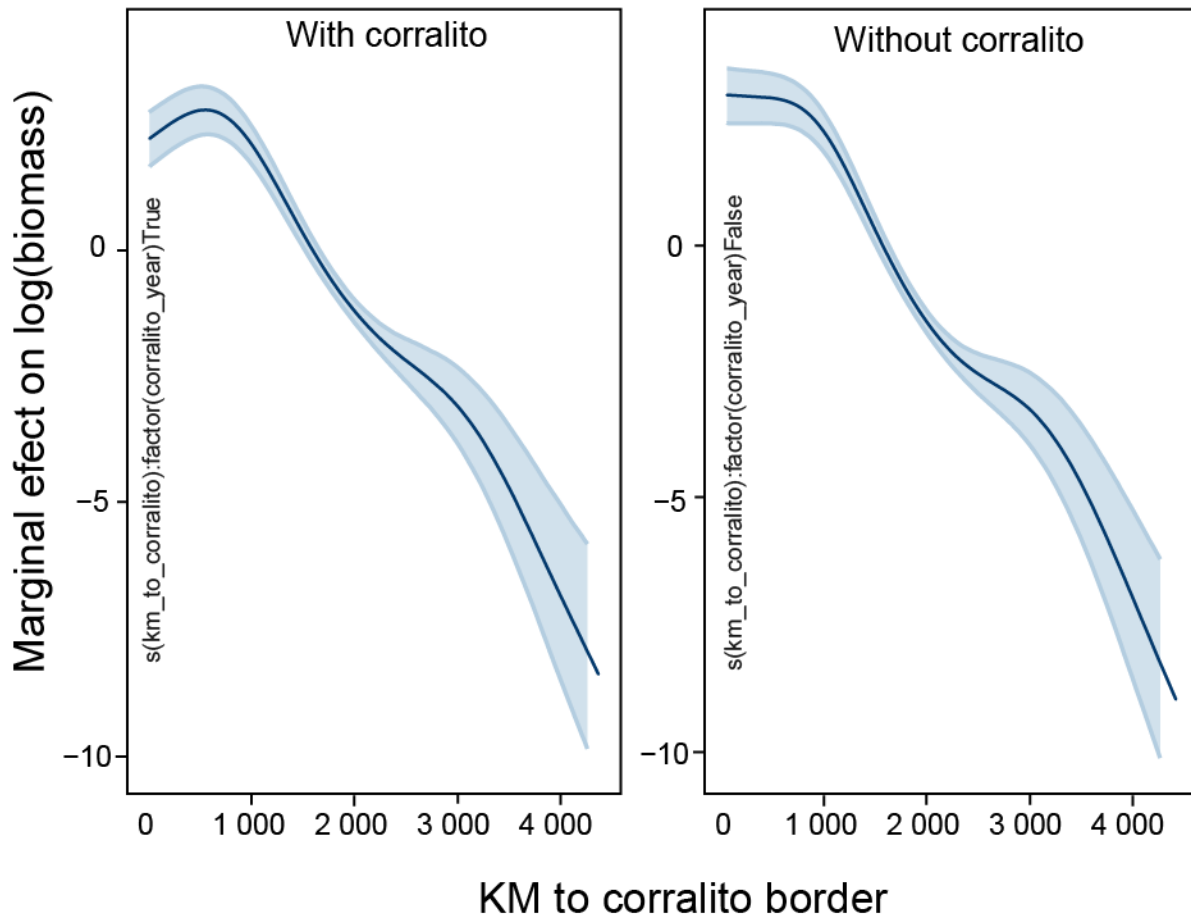
**FIGURE 14.** Centered and scaled total estimated biomass of tuna by month and year within the borders of the corralito. Centering and scaling grouped by year with and without the corralito to highlight seasonal trends. Each line represents one year. Color indicates whether the corralito was active in that calendar year. Panels represent the three tropical tuna species.

**FIGURA 14.** Biomasa total estimada de atunes centrada y escalada, por mes y año, dentro de los límites del corralito. El centro y la escala se agrupan por año con y sin el corralito para resaltar las tendencias estacionales. Cada línea representa un año. El color indica si el corralito estuvo activo en ese año. Los paneles representan las tres especies de atunes tropicales.



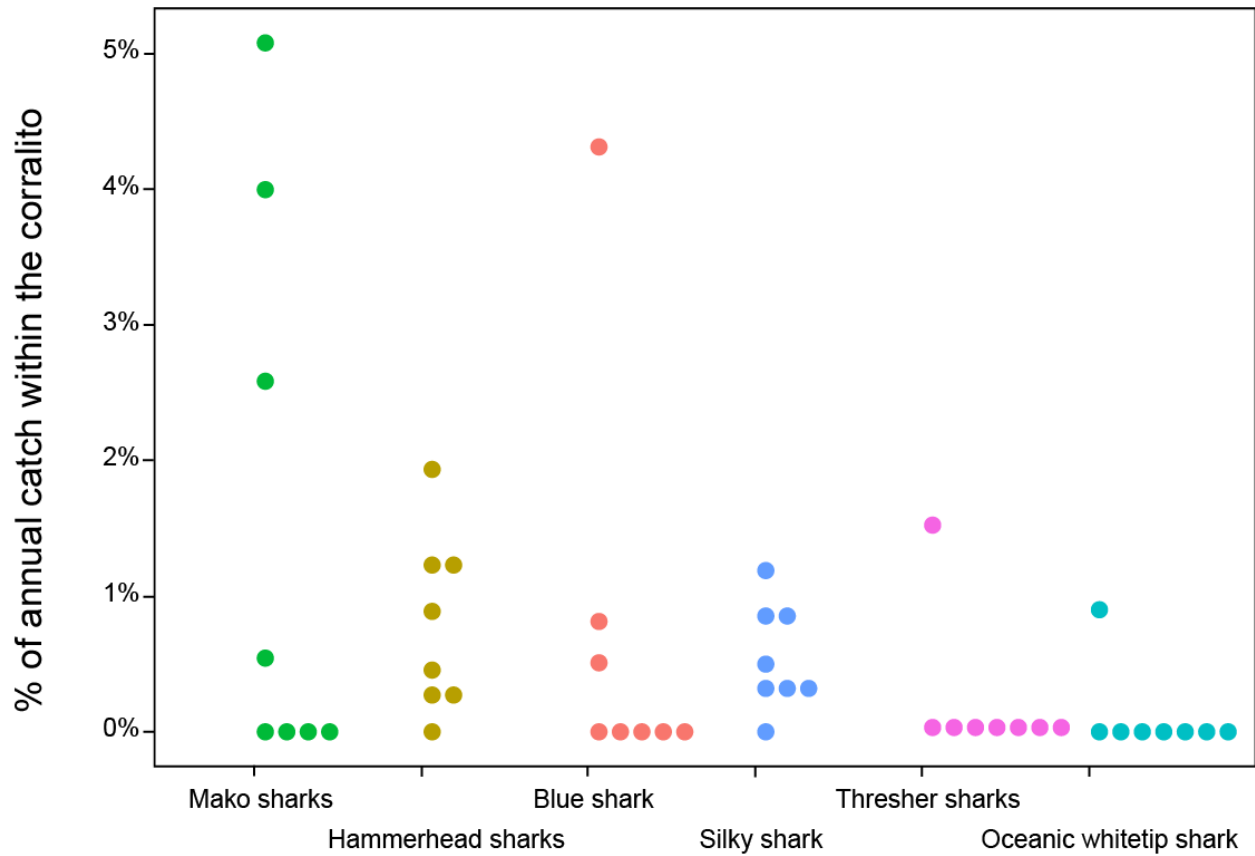
**FIGURE 15.** Mean CPUE (MT per set) by month and year within the borders of the corralito. Centering and scaling grouped by year with and without the corralito to highlight seasonal trends. Each line represents one year. Color indicates whether the corralito was active in that calendar year. Panels represent the three tropical tuna species.

**FIGURA 15.** CPUE promedio (MT por lance), por mes y año, dentro de los límites del corralito. El centro y la escala se agrupan por año con y sin el corralito para resaltar las tendencias estacionales. Cada línea representa un año. El color indica si el corralito estuvo activo en ese año. Los paneles representan las tres especies de atunes tropicales.



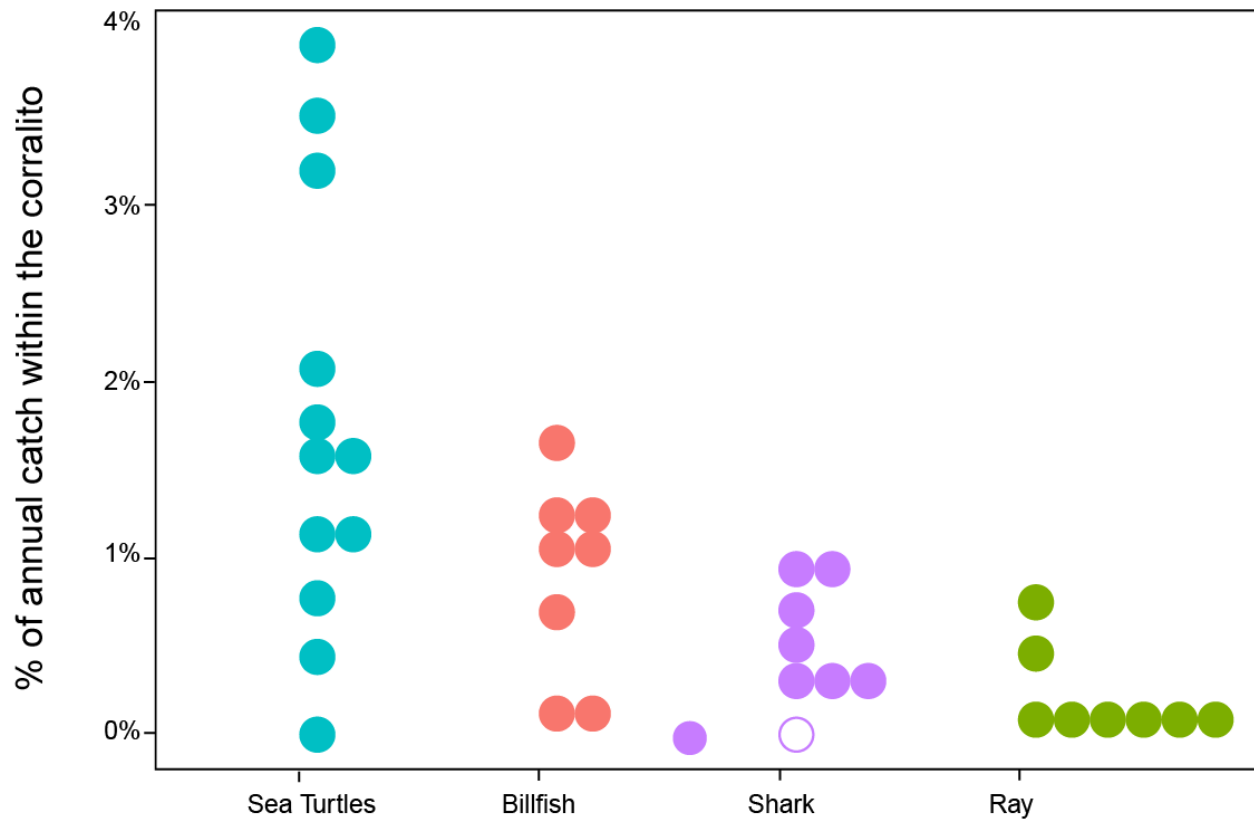
**FIGURE 16.** Marginal effect of distance from the corralito border on estimated biomass of BET during the month of November during years with and without the corralito.

**FIGURA 16.** Efecto marginal de la distancia del límite del corralito sobre la biomasa estimada de BET durante el mes de noviembre en años con y sin el corralito.



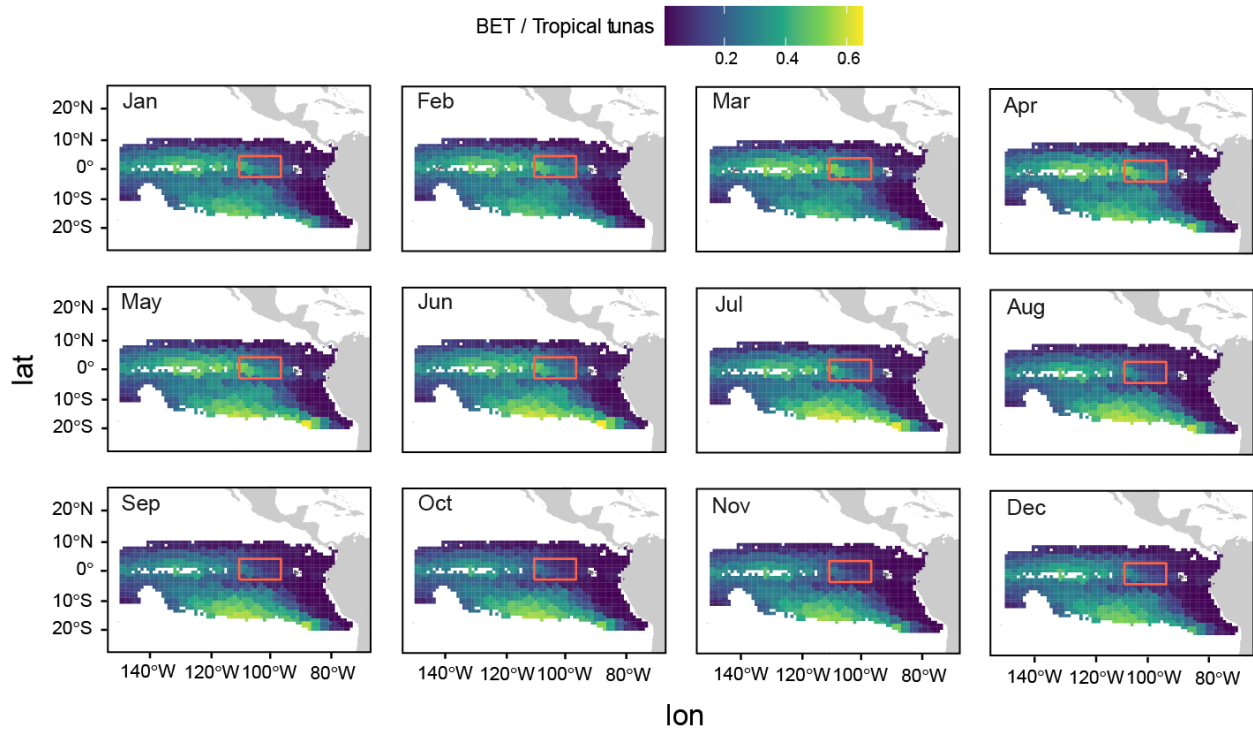
**FIGURE 17.** Proportion of annual catches of individual shark species coming from inside the corralito window during years without the corralito (2000-2002, 2004-2008). Each point is one year.

**FIGURA 17.** Proporción de capturas anuales de especies individuales de tiburones procedentes de la ventana del corralito durante los años sin el corralito (2000-2002, 2004-2008). Cada punto corresponde a un año.



**FIGURE 18.** Proportion of annual catches of additional species groups coming from inside the corralito window during years without the corralito (2000-2002, 2004-2008). Each point is one year. Sea turtles include all interactions (both lethal and non-lethal) with fishing gear.

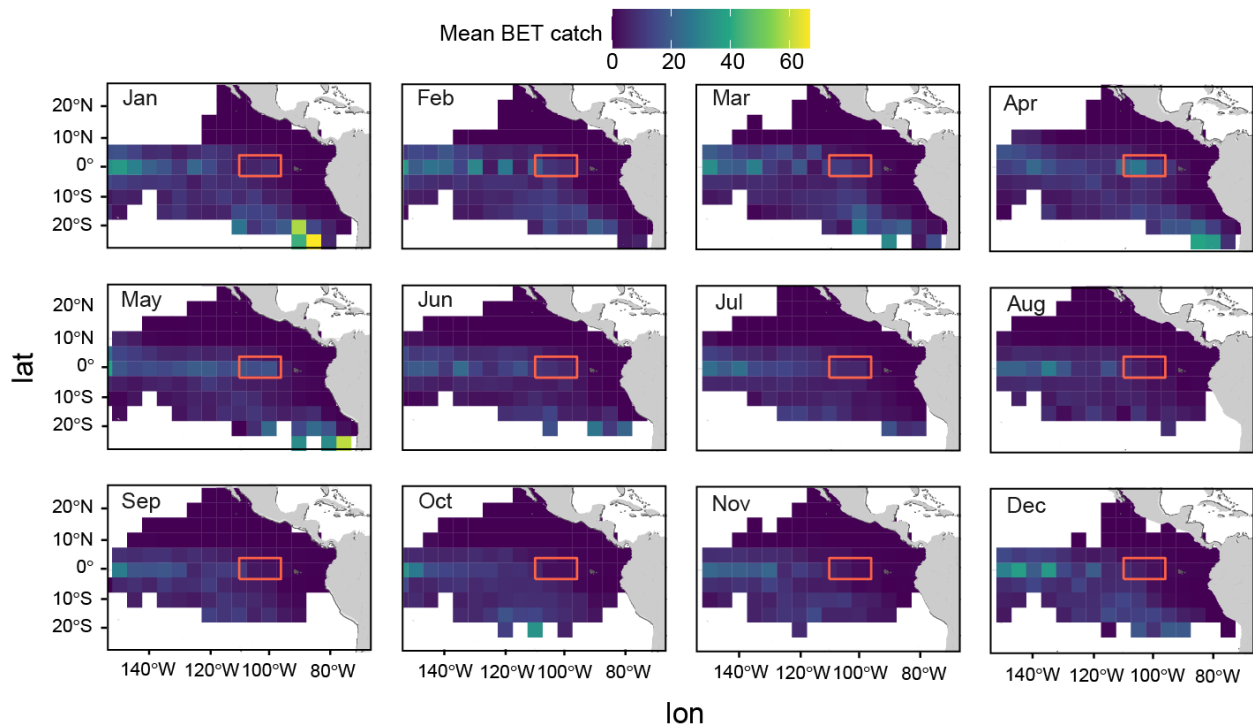
**FIGURA 18.** Proporción de capturas anuales de grupos de especies adicionales procedentes de la ventana del corralito durante los años sin el corralito (2000-2002, 2004-2008). Cada punto corresponde a un año. Para las tortugas marinas se incluyen todas las interacciones (tanto letales como no letales) con artes de pesca.



**FIGURE 19.** Mean ratio of estimated biomass density of BET relative to all tropical tunas since from 2009 through 2022. Red rectangle shows the location of the corralito as specified in resolution C-21-04.

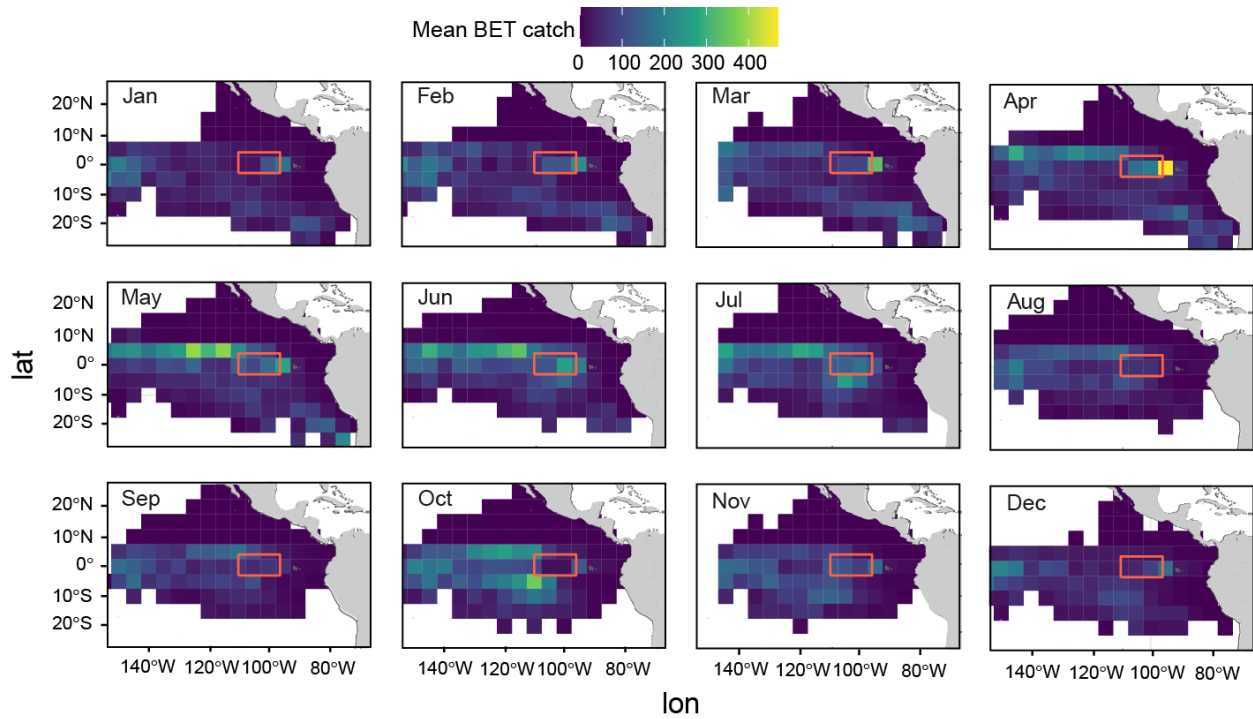
**FIGURA 19.** Proporción promedio de la densidad de biomasa estimada de BET en relación con todos los atunes tropicales desde 2009 hasta 2022. El rectángulo rojo muestra la ubicación del corralito especificada en la resolución C-21-04.





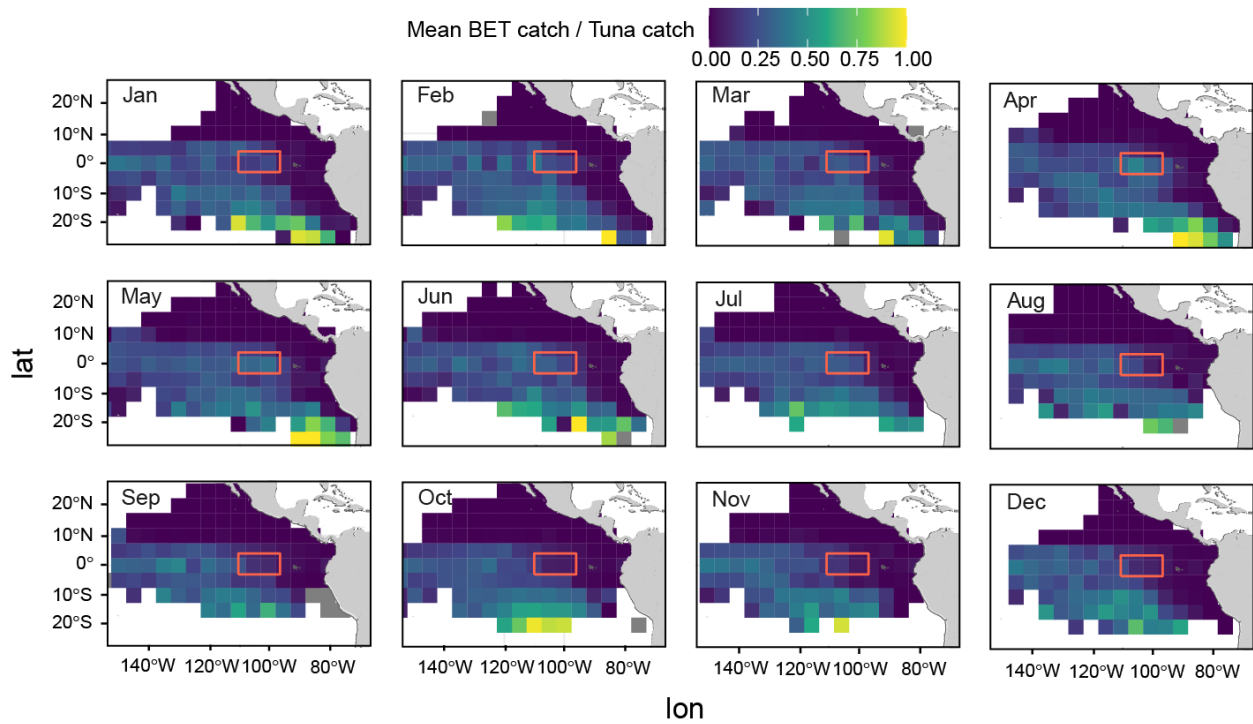
**FIGURE 20.** Mean CPUE (catch per set) of BET by month and location from 2009 through 2023. Red rectangle shows the location of the corralito as specified in resolution C-21-04.

**FIGURA 20.** CPUE (captura por lance) promedio de BET, por mes y ubicación, desde 2009 hasta 2023. El rectángulo rojo muestra la ubicación del corralito especificada en la resolución C-21-04.



**FIGURE 21.** Mean BET catch (MT) in space per month from 2009 to 2023. Red rectangle shows the location of the corralito as specified in resolution C-21-04.

**FIGURA 21.** Captura promedio de BET (MT) en el espacio, por mes, desde 2009 hasta 2023. El rectángulo rojo muestra la ubicación del corralito especificada en la resolución C-21-04.



**FIGURE 22.** Mean ratio of BET catch relative to all tropical tuna catch by month for locations on average responsible for 80% of the annual BET catch from 2009 through 2023. Red rectangle shows the location of the corralito as specified in resolution C-21-04.

**FIGURA 22.** Proporción promedio de la captura de BET en relación con la captura de todos los atunes tropicales, por mes, para los lugares responsables en promedio del 80% de la captura anual de BET desde 2009 hasta 2023. El rectángulo rojo muestra la ubicación del corralito especificada en la resolución C-21-04.

**TABLE 1.** Dates and enabling resolutions of corralito closures.

**TABLA 1.** Fechas y resoluciones de vedas del corralito.

<b>Resolución</b>	<b>Años de vigencia</b>	<b>Fechas</b>
C-09-01	2009:2010	29 de septiembre a 29 de octubre
C-10-01	2011:2013	29 de septiembre a 29 de octubre
C-13-01	2014:2016	29 de septiembre a 29 de octubre
C-17-02	2017:2020	9 de octubre a 8 de noviembre
C-20-05	2021	9 de octubre a 8 de noviembre
C-21-04	2022:2024	9 de octubre a 8 de noviembre